الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

République Algérienne Démocratique et Populaire

وزارة التعليم العالي و البحث العلمي

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

جامعة زيان عاشور - الجلفة -

Université ZIANE ACHOUR – Djelfa –

كلية علوم الطبيعة و الحياة

Faculté des sciences de la nature et de la vie

Département d'Agrovétérinaire



MÉMOIRE

En vue de l'obtention du diplôme d'Ingénieur d'Etat en Agropastoralisme

THÈME

Etude comparative entre les miels locaux et les miels importés

Présenté par : Mr. GUERZOU Mohamed Nabil et Mr. NADJI Noureddine

Devant le jury :

Mr. HAMIDI Mohamed	**Maître assistant U.Z.A Djelfa**	**Président**
Mlle. MEKIOUS Scherazad	**Maître assistante U.Z.A Djelfa**	**Promotrice**
Mr. ADLI Benziane	**Maître assistant U.Z.A Djelfa**	**Examinateur**
Mme. NAAS Oumsaad	**Maître assistante U.Z.A Djelfa**	**Examinatrice**

Promotion 2004-2009

بسم الله الرحمن الرحيم

وَأَوْحَى رَبُّكَ إِلَى النَّحْلِ أَنِ اتَّخِذِي مِنَ الْجِبَالِ بُيُوتًا وَمِنَ الشَّجَرِ وَمِمَّا يَعْرِشُونَ (68) ثُمَّ كُلِي مِنْ كُلِّ الثَّمَرَاتِ فَاسْلُكِي سُبُلَ رَبِّكِ ذُلُلًا يَخْرُجُ مِنْ بُطُونِهَا شَرَابٌ مُخْتَلِفٌ أَلْوَانُهُ فِيهِ شِفَاءٌ لِلنَّاسِ إِنَّ فِي ذَلِكَ لَآيَةً لِقَوْمٍ يَتَفَكَّرُونَ (69)

الآيتان 68، 69 من سورة النحل.

“O Prophète, ton Seigneur a inspiré aux abeilles leur mode de vie et leurs moyens de subsistance. Il leur a inspiré de prendre les cavernes des montagnes, les cavités des arbres et les treilles pour demeures. **68**-Puis Allah -qu'Il soit exalté- leur a inspiré de se nourrir de tous les fruits des arbres et des plantes; Il leur a rendu disponibles, à cette fin, des moyens que leur Seigneur leur avait préparés et rendus faciles. De leurs entrailles sort un liquide de différentes couleurs, qui apporte une guérison pour les hommes. Il y a dans cette chose merveilleuse des preuves évidentes de l'existence d'un Créateur Tout-Puissant et Sage, pour un peuple qui réfléchit pour en tirer profit et gagner ainsi un bonheur permanent.**69**" (Sourate El Nahl verset 68 - 69)

Dédicaces

Je Dédie ce travail à mes très chers parents, ma mère Arabia et mon père Abderrahmane, pour leur amour, leur patience et leur encouragement avec toute ma gratitude et mon amour. Ce travail est dédié, à mes frères : Ahmed, kadi, Hocin, Rabah et Mohamed et mes sœurs : chahrazad, khadidja, fatima, kaltoum et hadda. A mes très chers neveux Iyad et Meriouma.

A tous mes oncles : Hamid, Djamel, et rabeh, Ahmed et tantes, cousin et cousines. Et a l'âme de mon oncle Ahmed

A mon collègue Guerzou Mohamed Nabil

Aux tous mes amis surtout : Nadjib, Telli, Abdou, Dahmane, Ammar, Ali, Oussama, Hamid, chine, salim et hmida,

Et à toute la promotion cinquième année agropastoralisme 2008/2009.

NADJI Noureddine

Je dédie ce travail à l'âme de mon grand père Mohamed ben Mganni. À mon très cher père Tayab, ma chère mère Hadjira, qui ont sacrifié leur vie pour moi, et qui ont été mon repère, merci pour leur amour, affection et patience. À mon grand père Taleb Ahmed. À mon frère Abdou et mes sœurs Imène, Fatima, Loubna.

À mon collègue Nadji Noureddine.

À tous mes amis surtout : Nadjib, Telli, Dahmane, Abdelbaki, Ammar, Mohamed Chine, Salim, Maâmar D, et Faiza Hadjadj.

À toute la promotion cinquième année agropastoralisme 2008/2009.

GUERZOU Mohamed Nabil

Remerciement

Avant tout, nous remercions ALLAH le tout puissant qui nous a donné le courage ; la volonté et la patience pour faire ce travail.

Au terme de ce travail, il m'est agréable de remercier vivement tous ceux qui, grâce à leur aide précieuse, ont permis la réalisation de ce travail.

Nous remercions particulièrement:

Mlle MEKIOUS Scherazad, pour avoir proposé et dirigé ce travail et pour ses conseils et ses orientations tout au long de ce travail. Et nous la remercie vivement pour sa gentillesse.

Mr HAMIDI Mohamed Maître assistant à l'Université Ziane Achour de Djelfa et notre professeur durant la graduation pour ces aides et ces conseils et d'avoir d'accepté d'être le président de jury.

Nous exprimons nos gratitudes :

À Mr. ADLI Benziane d'avoir accepté d'examiner ce modeste travail ainsi qu'à MmeNAAS Oumsaad, pour l'honneur qu'elle a mis à notre disposition les photos des grains de pollen qui nous aident dans l'analyse pollinique, et ainsi d'avoir acceptée d'examiner notre travail.

Nos remerciements vont également à :

Les Apicultures Mr Najem Ahmed et Mr Bouzaine d'avoir fourni aimablement les échantillons de miel de la région de Messâad et de Aïn Oussara.

Tout le personnel de laboratoire de faculté de S.N.V de l'université de Ziane Achour de Djelfa et tout le personnel de laboratoire d'analyse de miel à L'I.T.E.L.V. à Baba Ali – Alger.

Enfin nous aimerons remercier touts nos amis et nos collègues pour leur amitié, leur soutien, et tous ceux qui se sont intéressés à notre travail.

ملخص

يتمثلُ عملُـــنا في انجاز بعض التحاليل الفيزيائيةِ و الكيميائية و الطلعية على 14 عينةً من أنواع العسل، منها 10 عينات من العسل المحليّ، و الأخرى من العسل التجاري الأجنبي، لهذا قمنا بتحاليل تخصُّ: الكثافةَ، الحموضية، الناقلية الكهربائية، الكثافة الضوئية، كمية الماء، البروتينات و الهيدروكسيميثيل فورفورال، و الأحماض الحرة و أخيرًا قمنا بتعريف كمية حبوب الطلع المتواجدة في هذه العينات تحت المجهر، و تحديد أصلها النباتي.

من هذا نستطيع أن نقول أن جميعَ أنواع العسل المحليّ توافقُ المعاييرَ العالميةَ للجودة (كوداكس)، و أن هذا العسل لم يتعرضْ لأيّ معاجلة تكنولوجية قد تضر بجودتها. على عكس ذلك، بعض العسل الأجنبي التجاري تعرض لتكنولوجيا التّرشيحِ الدقيقِ، مع كميةٍ مرتفعة من الهيدروكسيميثيل فورفورال، تدلّ على أن هذا العسلَ قديمٌ متعرض إلى التسخينِ الإصطناعيّ.

الكلمات المفتاحية: عسل، جودة، تحليل فيزيائي، تحليل كيميائي، تحليل طلعي، تحليل المتغير، عسل محلي، عسل مستورد، المعايير العالمية للجودة، هيدروكسيميثيل فورفورال.

Résumé

Notre travail consiste à faire des analyses physicochimiques et polliniques sur 14 échantillons de miel, dont 10 sont des miels locaux et les 4 autres sont des miels importés retrouvés dans le commerce. Durant notre expérimentation, nous avons effectué les analyses suivantes: la densité, le pH, la conductibilité électrique, l’absorbance, la teneur en eau, la teneur en protéines, le taux de l'HMF, et le taux de l’acidité. Nous avons aussi essayé d'identifier la quantité et la nature des grains de pollens contenues dans ces échantillons de miels.

A travers ces analyses, nous avons remarqué que tous les miels locaux répondent aux normes requises du *Codex alimentarus* (2001), ils sont naturels n’ayant subis aucun traitement technologique qui pourra nuire à leurs qualités. Par contre, certains miels introduits sont des miels ultrafiltres avec un taux d’HMF très élevé, cela nous indique que ces miels sont vieux ayant subis un traitement de la chaleur.

Mots clés : *miel, qualité, analyse physique, analyse chimique, analyse pollinique, analyse de la variance, miel local, miel importé, normes internationales, hydroxyméthylfurfural.*

Sammury

Our work consists in making the physical, chemical and pollinical analysis, on 14 samples of honey, of which 10 are local honeys, and the 4 others are the imported honeys, recovered in the trade. During our experimentation, we did the following analysis: the density, the pH, the electric conductibility, the absorbance, the content in water, the content in proteins, the rate of the HMF, and the rate of the acidity. We also tried to identify the quantity and the nature of the grains of pollens contained in these samples of honeys.

By this analysis, we noticed that all local honeys answer the norms required of the Codex alimentarus (2001), they are natural not having undergone no technological treatment that will be able to harm to their qualities. On the other hand, some introduced honeys are ultra-filtred honeys with a very elevated HMF rate, it indicates us that these honeys are old having undergone a treatment of the heat.

Key words: *honey, quality, physical analysis, chemical analysis, analysis of the pollen, analysis of the variance, local honey, imported honey, international norms, hydroxyméthylfurfural.*

Liste des figures

Liste des tableaux

Liste des Annexes

Liste des abréviations

Abs : Absorbance

Ac L : Acidité libre

CE : Conductibilité électrique

°C : Degré Celsius

E. Type : Ecart type

Ech : Echantillon

g : Gramme

h: Heure

HMF : Hydroxyméthylfurfural

Kg : Kilogramme

Meq: Milliéquivalents

mg: Milligramme

ml: Millilitre

N°: Numéro

pH : Potentiel d’hydrogène

Prot : Protéines

SAB : Sérum d’albumine bovin

T.eau : Teneur en eau

Var : Variance

Sommaire

PARTIE BIBLIOGRAPHIQUE

Chapitre I. Le miel : généralités, composition et propriétés

Chapitre II. Technologie du miel

Chapitre III. Analyse du miel

PARTIE EXPERIMENTALE

Chapitre IV. Matériels et méthodes

Chapitre V. Résultats et discussions

Introduction

Introduction

La production des miels en Algérie reste très inférieure par rapport aux potentialités mellifères existantes. La douceur relative du climat, et la présence de ces ressources naturelles très variées des zones rurales du littorale ainsi des zones steppiques pourrait pourtant nous offrir la possibilité de développer la production nationale des miels, et d'éviter par ailleurs les importations massives en cette matière surtout en absence des normes nationales de qualité, ce qui favorise les fraudes et engendre une dévaluation des miels de terroir face à ceux importés.

Il important de signaler que pour produire un kilogramme de miel, une abeille peut butiner 500 000 fleurs dans un rayon de trois kilomètres et donc rapporter de nombreuses substances dans la ruche. Les enjeux actuels de telles recherches en amont sont bien sûr d'ordre économique et environnemental, les apiculteurs sont soucieux de préserver l'image d'un miel pur et naturel. Ils souhaitent pouvoir garantir aux consommateurs la qualité de leur produit et être en mesure de contrôler la composition de leurs miels. Ainsi le vide juridique en matière d'importations du miel nous rend fragile devant l'ouverture du marché internationale ainsi nous nous pouvant en aucun cas être rigoureux en matière de contrôle de qualité.

Notre modeste travail pourra s'inscrire comme une contribution de l'étude des qualités des miels locaux et leurs caractéristiques tout en les comparant avec quelques miels importés trouvés dans le commerce. En absence de normes de qualité des miels nationales nous nous sommes référer aux normes du codex alimentarius, par ailleurs nous avons effectué des analyses physico-chimiques et polliniques sur quelques échantillons de miel provenant des différentes régions : de la Wilaya de Djelfa (Messâad, Ain el bel…), de la région de Mitidja (Boufarik), et pour les miels importés nous avons trouvé dans commerce des miels de provenance d'Espagne, d'Arabie Saoudite, d'Inde et du Mali. En plus de la valorisation de la qualité des miels locaux, notre travail d'analyse permet aussi à la profession apicole d'améliorer les techniques apicoles et agricoles et de préserver ainsi la pureté de leurs produits.

Généralement, un apiculteur qui fait analyser un miel de sa production (ce qui est très rare en Algérie) cherche à connaitre son origine florale et ça qualité, tandis que le consommateur voudra plutôt savoir si le miel qu'il a acheté est pur ou falsifier, Le miel est

considéré comme un aliment essentiel pour ses qualités nutritionnelles et thérapeutiques. Pour cela, il existe certain nombre de critères sur lesquels repose la qualité des miels à savoir la coloration, la teneur en eau, les sucres, le pH, l'acidité, taux d'hydroxyméthylefurfural, critère très important pour juger la qualité d'un miel.

Un autre critère très important qui juge sur la qualité d'un miel et peut transformer ce produit noble à la consommation en un produit impropre et d'un danger énorme sur la santé public, il s'agit de vérifier la présence d'antibiotiques dans les miels d'importations et de déterminer la teneur et la nature des composés chimiques contenus dans ces miels. Dans notre étude nous n'avons pas pu aborder ce genre d'analyse par faute de moyens. Nous souhaitant dans des prochaines travaux de recherche d'aborder tous les types d'analyses qui se rapporte à la qualité de miel et de pouvoir ainsi constituer une base de données pour améliorer la qualité de nos miels et de pouvoir contrôler les miels qui rentre dans notre pays.

Partie Bibliographique

Premier Chapitre

Le miel : généralités, composition, et propriétés

Chapitre I. Le miel : généralités, composition, et propriétés

1. Définition:

Dans de nombreux pays, la loi fourni une définition légale du miel. Cette dernière a pour objet la protection du consommateur contre les différents types de fraudes susceptibles d'être pratiqués (LOUVEAUX, 1968).

Le *Codex alimentarius* définit le miel comme suit :

« Le miel est la substance naturelle sucrée produite par les abeilles *"Apis mellifera"* à partir du nectar des plantes ou à partir des sécrétions provenant de parties vivantes de plantes ou à partir d'excrétions d'insectes butineurs laissées sur les parties vivantes de plantes, que les abeilles butinent, transforment en les combinant avec des substances spécifiques qu'elles sécrètent elles-mêmes, déposent, déshydratent, emmagasinent et laissent affiner et mûrir dans les rayons de la ruche » (Codex, 2001).

2. l'origine du miel :

Selon PROST (1987), le miel vient des plantes par l'intermédiaire des abeilles. Et cela à partir du ***nectar*** recueilli dans la fleur, ou du ***miellat*** recueilli sur les plantes, selon qu'il vient du nectar ou du miellat, il existe l'origine **directe** et **indirecte.** (figure n° 1)

2.1. L'origine directe:

Le nectar est un liquide sucré et mielleux, il se produit à la surface des parties spéciales appelés nectaires, qui sont en forme de turgescences, situés soit sur les feuilles, appelés nectaires **Extrafloraux**, soit sur les fleurs, (sépales, pétales, carpelles) appelés nectaires **Floraux**, retrouvés par exemple chez la plante de Thym. Pour recueillir un litre de nectar, on estime qu'il faut entre 20000 et 100000 voyage des abeilles (GONNET, 1982, DONADIEU, 1984, LOUVEAUX, 1968, ZIEGLER, 1968).

La composition du nectar

Le nectar est le résultat de plusieurs transformations biochimiques complexes dues au métabolisme de la plante, ces transformations sont à l'origine des différents goûts retrouvés dans les miels.

Les principaux constituants du nectar sont l'eau et les sucres (saccharose, glucose, fructose). Selon ZIEGLER (1968), la teneur en eau est fortement variable de 20 à 95%, et cela

selon les espèces et selon les facteurs de l'environnement (météorologiques, situation géographique,…), le nectar contient aussi des acides organiques, des acides aminés des protéines, des enzymes des vitamines et des substances aromatiques. Ces substances sont présentes en faible quantité ne dépasse pas 1%, la composition en sucres est relativement fixe pour une espèce ou même pour une famille botanique donnée.

LOUVEAUX (1982), distingue trois grands groupes de plantes suivant la nature des sucres :

- Groupe de saccharose dominant.
- Groupe de saccharose en quantité égale en glucose et en fructose.
- Groupe de glucose et fructose dominant.

Le rapport glucose/fructose est généralement variable selon les espèces. Chez le colza (*brassicaceae*), la teneur en glucose est supérieure au fructose, ce qui provoque la cristallisation rapide du miel, chez thym (*laminaceae*), la teneur en fructose est supérieure au glucose, ce qui rend le miel liquide.

Le nectar attire les abeilles qui le récoltent et le ramènent à la ruche. C'est par cette dernière pendant la collecte du nectar, que s'effectue la pollinisation des fleurs (GONNET, 1982).

2.2. L'origine indirecte:

Le miellat est un produit plus complexe que le nectar faisant intervenir un intermédiaire, généralement, des insectes de la famille des Homoptères tel que les pucerons, leur pièces buccales sont disposées pour piquer et absorber les aliments liquides telle que la sève des végétaux et rejettent l'excèdent des matières sucrées sous forme des gouttelettes, que les abeilles récupèrent sur les feuilles des plantes. Nous citons quelques exemples d'arbres qui hébergent les pucerons, tels que, les sapins, les Epicéas, les chênes, et aussi les plantes herbacées comme les blés… (VACHE, GONNET, 1985).

Les miellats représentent une ressource alimentaire importante pour les abeilles lorsqu'elles ne trouvent pas une autre source alimentaire. Certain auteur distinguent deux types de miellat :

Le miellat de puceron, et le miellat végétal qui se produit dans les journées chaudes à sécheresse prolongée séparée par des nuits relativement froides et humides, selon Gonnet, 1985, en conditions particulières et en absence de tous pucerons par exsudation des feuilles à travers des orifices stomatiques.

Ces miellats sont récoltés par les abeilles qu'en absence des fleurs à leur disposition, et que même certain auteur tel que BONNIER (1927), signalent que le miel qui en résulte du miellat est de mauvaise qualité, par suite de la présence des gommes et dextrines.

Composition du miellat

D'après KLOFT (1968), Le miellat des pucerons est composé généralement des sucres le mélizitose, le glucose, et dextrine et de gommes, de protéines et d'acides aminés, de vitamines tel que la thymine et la biotine, de minéraux et d'acides organiques (acides nitriques et acides maliques).

MAURIZIO cité par ZIGLER (1968), indique que les espèces suçant une même plante peuvent emmètre chacune un miellat particulier et de composition chimique différente.

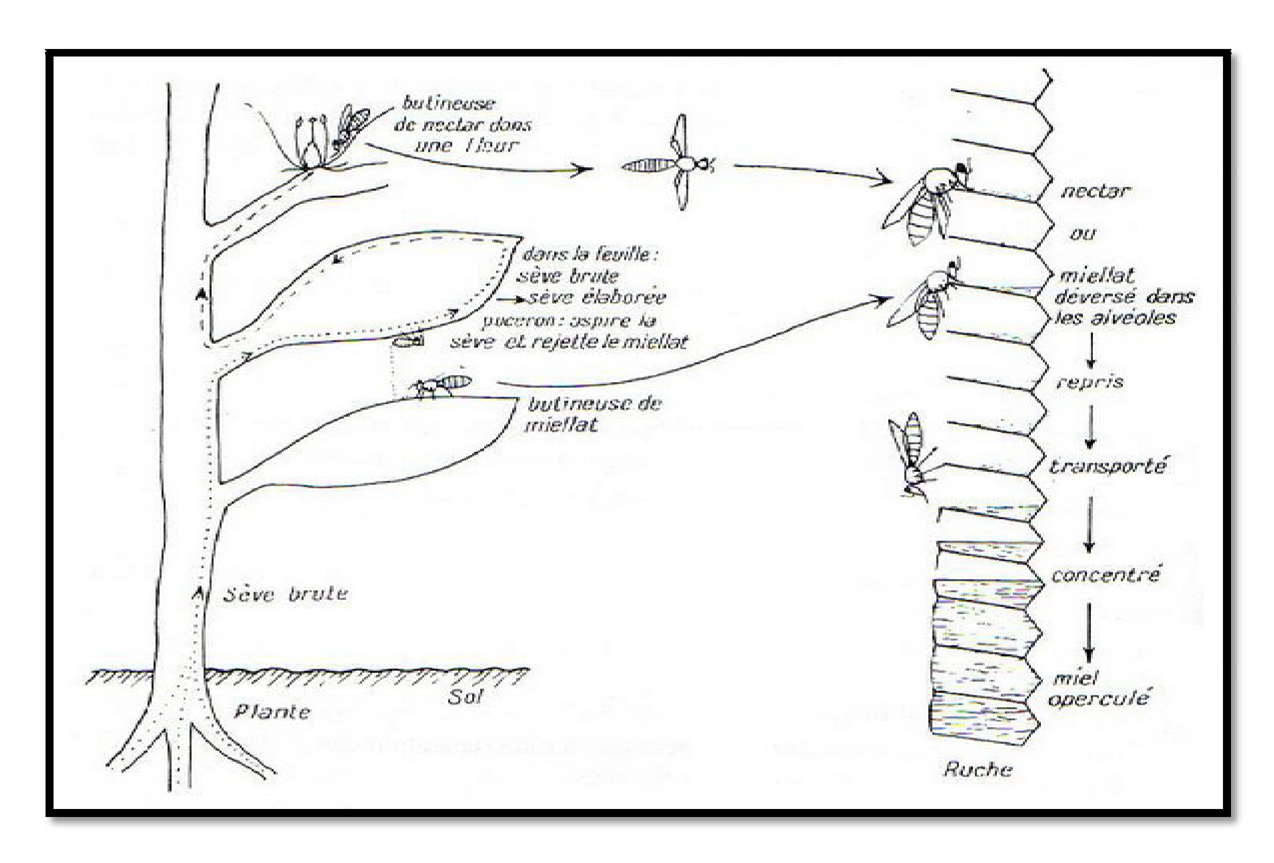


Figure 1: Origine du miel (J.PROST, 1987)

Tableau 1: Les différents facteurs de la production mellifère, (BELAID, 1997).

Les différents facteurs	**Observations**	**Auteurs**
Moment de la journée	De nombreuses fleurs fournissent du nectar surtout le matin (exemple *Helianthus, Origanum, Salvia*) et le soir (Tilia)	A.MAURIZIO (1979 a)
Humidité de l'air	- Si l'humidité de l'air est élevée, le nectar est généralement sécrété en grande quantité mais contenant un peu du sucre. - En air sec, le nectar diminue mais la concentration en sucre augmente. Ce phénomène est dû à l'effet hygroscopique du sucre contenant dans le nectar.	A.MAURIZIO (1979 a)
Température	La sécrétion nectarifère ne commence pas au dessous de certaine température, le seuil critique varie selon les espèces : Tilleul et sainfoin 15°C, *Trifoluim repens* 23°C.	CRANE (1979 b)
Nature du sol	Le volume du nectar varie avec la texture du sol, une même plante peut être nectarifère sur un sol calcaire et l'être beaucoup moins sur un sol siliceux ou inversement. Exemple: la moutarde blanche a donné plus de nectar sur les terrains calcairo-sableux et calcaires que sur les terrains argileux.	GLAYENS et G.BONNIER (1927)
Humidité du sol	La quantité du nectar augmente avec la quantité d'eau absorbée par les racines. Elle atteint 45 à 75 %.	A.MAURIZIO (1979 a)
Les fumures organiques ou minérales	• Les engrais phosphatés ou potassiques favorisent la floraison donc la sécrétion nectarifère alors que l'azote nuit la floraison. • L'addition du calcium et magnésium a un effet positif sur *Trifolium pratens*, mais n'a pas d'effet sur *Brassica napus* var. *oleifera* et *Phacelia*.	E.RABIET (1984)
Le climat	La même plante peut être mellifère dans une contrée et ne pas l'être dans une autre. Le trèfle blanc est beaucoup plus mellifère en Angleterre qu'en France. Il l'est d'avantage dans le Nord que dans le Midi de la France.	J.PROST (1972)
Latitude et Altitude	La puissance mellifère d'une plante augmente avec la latitude. Une même plante produit beaucoup plus de nectar en altitude que dans la plaine,	G. LAYENS, G.BONNIER (1927) et R.SIGNORINI (1978).
Intensité du butinage	Si une fleur est visitée par les abeilles, elle aura produit plus de nectar que si elle n'avait pas été visitée.	G.LAYENS et G.BONNIER (1927).

3. Formation du miel:

Selon GONNET (1982), le miel est produit par les abeilles selon le processus suivant : le nectar est prélevé par les abeilles butineuses, qu'elles emmagasinent dans leur jabot avec la salive, elles transforment le saccharose en sucre simple (fructose, glucose) selon la réaction chimique suivante sous l'action de Gluco-invertase :

$$Saccharose + l'eau \rightleftharpoons Glucose + fructose$$

$$C_{12}H_{22}O_{11} + H_2O \rightleftharpoons C_6H_{12}O_6 + C_6H_{12}O_6$$

Dans le même temps, les abeilles réduisent la teneur en eau de la solution sucrée à un taux avoisinant 50%, de retour à la ruche, les butineuses transfèrent leurs récolte à des ouvrières d'intérieur, ces dernières par régurgitations successives complètent et terminent la transformation commencée. Puis, vont dégorger ce liquide sur des grandes surfaces dans des alvéoles disponibles sur les rayons de cire.

La solution sucrée transformée, contenant encore environ 50% d'eau, va subir une nouvelle concentration par l'évaporation, qui s'effectue sous le double influence d'une part, de la chaleur régnant dans la ruche qui est de l'ordre de 36 à 37 °C, d'autre part, par la ventilation qui est assurée par les abeilles ventileuses, en créant un puissant courant d'air ascendant dans la ruche par un mouvement très rapide des ailes. Au bout de quelques jours, cette solution contiendra en moyen 18% d'eau, et 80% des sucres. Cette solution représente le miel stocké dans les cellules. Ces dernières, une fois remplies, sont cachetées par un mince opercule de cire, permettant une excellente conservation (GONNET, 1982, DONADIEU, 1984).

Selon EMMANUELLE (1996), la quantité emmagasinée dans la ruche est largement supérieure aux besoins immédiats de la colonie, l'abeille possède un fort instinct de stockage.

4. Composition et propriétés de miel :

4.1. Les types des miels:

Il existe nombreuses variétés de miel qui peuvent être classées de façon diverses :

1. Le miel varie selon l'origine florale, il existe donc deux grandes variétés de miel en fonction de l'origine sécrétoire : miel de nectar et le miel de miellat.

2. La détermination de l'origine géographique du miel repose sur l'analyse pollinique. (CHAUVIN, 1968), en général, on admet qu'un miel provient principalement d'une certaine source de nectar lorsque le pollen correspondant est au stade dominant. (LOUVEAUX, 1970). Selon le même auteur, les pollens représentent une preuve des plus sérieuses de l'origine botanique du miel.

3. DONADIEU (1984), signale que selon cette origine nous avons les miels monofloraux et les miels multifloraux :

-Les miels monofloraux (unifloraux):
Un miel dit monofloral est issu d'un nectar, ou d'un miellat, collecté par les abeilles sur un végétal unique et particulièrement attractif pour ces insectes. Cette définition stricte n'est vraiment avérée qu'en certains cas particuliers, notamment sur les grandes cultures. **(**GONNET, 1982)
Les miels monofloraux possèdent des caractéristiques palynologiques, physico-chimiques et organoleptiques spécifiques. (BOGDANOV, 2003).

-Les miels multifloraux (polyfloraux):
Les miels multifloraux, ou miel toutes fleurs, souvent classés suivant les lieux de récolte (miel de montagne, de forêt, etc.), ou encore suivant les saisons (miel de printemps ou d'été).
(DONADIEU, 1984)

4.2. Composition chimique du miel :

La composition du miel varie en fonction de l'origine florale. PROST, 1987, signale que plusieurs facteurs peuvent influencer la composition chimique du miel tels que, la nature du sol, la race d'abeille, l'état physiologique da la colonie.

Les miels de miellats ont très souvent une couleur foncée, ils cristallisent généralement peu, et contiennent moins de glucose et de fructose, mais d'avantage des sucres supérieurs (C^{11}) que les miels de nectar.

La composition chimique varie d'un échantillon à l'autre, généralement, le miel contient des éléments majeurs et des éléments mineurs.

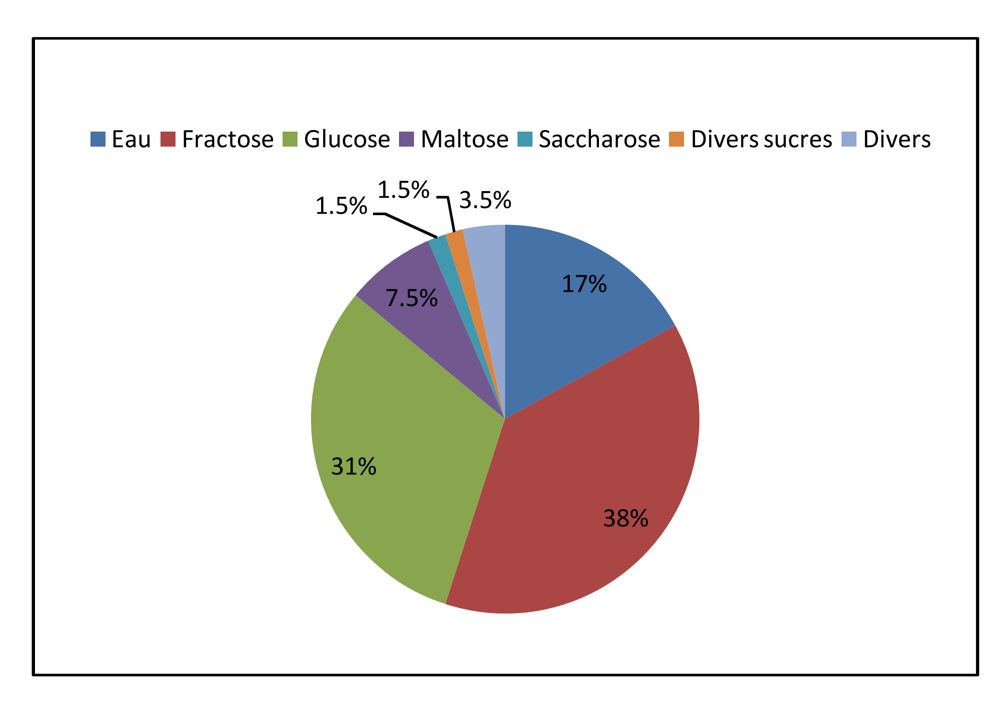


Figure 2: Composition moyenne du miel (LOUVEAUX, 1985)

4.2.1. Les éléments majeurs :

A) L'eau :

La teneur en eau est une caractéristique importante des miels, elle conditionne la conservation du produit, son poids spécifique, et dans une certaine mesure sa cristallisation, sa saveur ; en un seul mot, sa qualité (LOUVAUX 1968).

Selon GONNET (1982), Lorsque les abeilles operculent les contenants du miel au niveau des alvéoles, la teneur en eau de celui-ci est de l'ordre de 17 % à 18 %.

LOUVAUX (1980), ajoute que la teneur en eau des miels varie assez largement en fonction de leur origine florale, de la saison, de l'intensité de miellée, de la force de colonies d'abeilles, et de la technique de récolte.

B) Les Glucides :

Les glucides représentent 95 à 99 % de la matière sèches du miel. C'est-à-dire que l'eau et les sucres ensemble forment la quasi-totalité du miel (LOUVEAUX, 1985).

On trouve des monosaccharides (glucose et fructose) qui représentent 85% à 95% des sucres du miel mais c'est le fructose (lévulose) qui est presque toujours dominant, avec une teneur de 38% du poids du miel, tandis que la teneur en glucose est de 31%. On y trouve également du saccharose (1.5%) et du maltose (7.5%) ainsi que d'autres sucres présents à l'état de traces : isomaltose, nigérose, turanose, maltulose, isomaltulose, leucrose, kojibiose, néotréhalose, gentiobiose, laminaribiose, mélézitose, erlose, 1-kertose, dextrantriose, raffinose, isopanose, isomaltotétraose, 6-a-glucosylsaccharose, arabogalactomannane, maltotriose, isomaltopentaose, panose, isomaltotriose, 3-a-isomaltosylglucose, centose (EMMANUELLE et al.1996).

4.2.2. Les éléments mineurs

A) Les acides:

Tous les miels on une réaction acide. Ils contiennent des acides organiques, dont certains volatiles, et des lactones (LOUVEAUX, 1968).

Le plus important est l'acide gluconique dont l'origine serait une bactérie, appelée *gluconobacter*, qui lors de la maturation du miel, transforme le glucose en acide gluconique. On y trouve également une vingtaine d'acides organiques comme l'acide acétique, l'acide citrique, l'acide lactique, l'acide malique, l'acide oxalique, l'acide butyrique, l'acide pyroglutamique et l'acide succinique. On y trouve des traces d'acide formique (un des constituants du venin), d'acide chlorhydrique et d'acide phosphorique. D'autres composés, les

lactones dont la présence est constante, ont également une fonction acide. Le pH, qui peut varier de 3.2 à 4.5, est égal, en moyenne, à 3.9 (HUCHET et al.1996).

B) Les protéines :

Les miels convenablement récoltés sont pauvres ou très pauvres en protéines (White et al. 1962, cité par LOUVEAUX, 1968).

Les protides sont présents en faible quantité (1.7 gramme par kilogramme de miel soit une teneur de 0.26%) et la teneur en azote est négligeable (de l'ordre de 0.041%). Il s'agit essentiellement de peptones, d'albumines, de globulines et de nucléo-protéines qui proviennent soit de la plante, soit de l'abeille. On y trouve également des acides aminés libres dont la proline, qui provient des sécrétions salivaires de l'abeille (EMMANUELLE et al, 1996).

Selon GONNET (1982), Les recherches les plus récentes ont permis de mettre en évidence dans différents miels la présence de 19 acides aminés libres.

C) Les matières minérale :

La teneur en sels minéraux selon White et al. (1962), est de l'ordre de 0.169 % en moyenne. Elle est donc faible ou très faible et sujette à des variations très importantes.

LOUVEAUX (1968), signale que, d'une façon générale, les miels clairs sont nettement moins riches en cendres que les miels foncés. Les études de White et al. (1962), montent qu'il existe une relation entre la couleur des miels et leur teneur en cendres.

GONNET, (1982), ajoute qu'on y trouve également à l'état de traces une trentaine d'éléments différents parmi lesquels le fer, le cuivre, le cobalt, le chlore, le soufre, le phosphore, le magnésium, le calcium, le sodium et le zinc…

D) Les enzymes :

Le miel contient plusieurs enzymes dont la présence est liée à l'origine double du miel : animal ou végétal, le nectar, contient dès sa récolte des enzymes qui agissent sur les sucres ; les secrétions de l'abeille viennent y ajouter les enzymes secrétés par les glandes pharyngiennes (LOUVEAUX, 1968).

De nombreuses enzymes se retrouvent dans le miel : l'invertase, l'α-amylase, la β-amylase, l'α-glucosidase et la glucose-oxydase capable de transformer le glucose en acide gluconique. Le miel contient aussi une catalase et une phosphatase. Ces diastases sont détruites par un chauffage exagéré du miel, il y a donc lieu d'éviter ce chauffage de miel si on veut bénéficier de leur action. Ainsi, leur dosage permet de détecter les fraudes liées au chauffage du miel (HUCHET et al.1996).

E) Les vitamines

Le miel est relativement pauvre en vitamines, si on le compare à d'autres aliments. Les vitamines du miel ont presque toujours leur origine dans les grains de pollen (LOUVEAUX, 1985). DONADIEU (1984), ajoute qu'il y a un grand nombre de vitamines, dont les quantités loin de pouvoir couvrir les besoins journalières de l'homme. On trouve essentiellement : les vitamines B1, B2, B3, B5, B6, et C, et accessoirement (en quantité négligeable): les vitamines (A, B8, B9, D, K).

F) Les substances aromatiques

Les substances aromatiques ne sont pas importantes quant à leur poids. On dénombre plus de cinquante substances aromatiques qui peuvent permettre l'identification de l'origine des miels, car elles proviennent presque exclusivement de la plante (HUCHET et al.1996).

DONADIEU (1984), ajoute que ces substances donnent l'arôme et le goût spécifique d'un miel déterminé, mais qui ont par ailleurs des vertus thérapeutiques.

G) Matières pigmentaires :

Le miel contient des produits pigmentaires qui donnent la couleur au miel et qui n'ont pas encore fait l'objet d'études approfondies (DONADIEU, 1984). LOUVEAUX (1985), ajoute qu'elles sont probables qu'elles appartiennent aux groupes des caroténoïdes et des flavonoïdes.

La coloration est une caractéristique physique très importante des miels car elle est en relation avec l'origine florale et la composition, elle va de l'incolore au noir en passant par le blanc, le jaune, le brun ambré et le brun vert, en général les miels d'agrumes sont plus clairs que ceux des forêts. (LOUVEAUX, 1985 ; WEISS, 1985 et PROST, 1987 in DJERD, 2008).

H) Les lipides :

Le miel est pauvre en lipides : ceux qu'on y trouve sont probablement des microparticules de cire qui échappent à la filtration (HUCHET et al.1996). LOUVEAUX (1985), identifie cependant, des glycérides et des acides gras tels que l'acide palmitique, les acides oléïques et linoléïques.

4.3. Les propriétés physiques du miel

4.3.1. La Densité

La densité d'un miel homogène est le rapport, exprimé en nombre décimal, de la masse volumique de ce miel à la masse volumique de l'eau pure à 4 °C. (La masse volumique s'exprime en kg/dm^3). La densité du miel varie approximativement de 1,39 à 1,44 à 20 °C (GONNET, 1982). Le miel est donc un produit relativement dense. Les variations de la

densité proviennent surtout des variations de la teneur en eau. Plus un miel est riche en eau et moins il est dense.

On peut pratiquement se servir de la densité comme moyen de connaitre la teneur en eau d'un miel (LOUVEAUX, 1985).

4.3.2. La Viscosité

La majorité des miels ont une viscosité normale, c'est-à-dire qu'ils suivent les lois de Newton sur l'écoulement des fluides (LOUVEAUX, 1985). Selon HUCHET et al. (1996), La viscosité du miel dépend de trois facteurs qui sont, sa teneur en eau, sa composition chimique et de sa température.

La viscosité est très élevée à basse température. Elle décroit rapidement lorsque la température augmente (GONNET, 1982). Pour 30 à 35°C, la viscosité est minimale, c'est d'ailleurs la température de la ruche. C'est pourquoi les apiculteurs sont contraints, au cours des opérations de centrifugation, d'extraction et de mise en pots, d'opérer à température suffisamment élevée (HUCHET et al.1996). HOOPER (1980), ajoute que cette viscosité est également accrue par la quantité de la matière colloïdale contenue dans le miel : les miels foncés ont une viscosité plus élevée que les miels clairs.

4.3.3. La Chaleur spécifique

La chaleur spécifique d'un corps est la quantité de chaleur nécessaire pour élever de $1^{o}C$ la température d'une unité de poids de ce corps.

Un miel a 17 % d'eau, la chaleur spécifique est de **0.54** à **20**°C. Cela veut dire qu'il faut approximativement deux fois moins d'énergie (de joules) pour réchauffer du miel que pour réchauffer la même masse d'eau (LOUVEAUX, 1985 et PROST, 1987). LOUVEAUX (1968), ajoute que la Chaleur spécifique varie très peu d'un miel à l'autre.

4.3.4. La Conductibilité thermique

La conductivité thermique est une mesure du transfert de chaleur. Elle est aussi désignée en tant qu'indice thermique. La conductivité du miel est relativement faible. Pour un miel liquide, elle s'élève à $12 \cdot 10^{-4}$ cal/cm/s/°C, pour un miel cristallisé, elle est de $12.9 \cdot 10^{-5}$ cal/cm/s/°C (BOGDANOV et al. 2004).

Selon GONNET, (1985), le miel est mauvais conducteur de la chaleur, donc bon isolant thermique.

4.3.5. La Conductibilité électrique

La conductibilité électrique est la propriété d'un corps de permettre le passage du courant électrique. C'est donc l'inverse de la résistivité (GONNET, 1982).

DONADIEU (1984), signale que le miel à une conductivité électrique dans de fortes proportions suivant sa teneur en eau et sa teneur en matières minérales.

4.3.6. L'indice de réfraction

L'indice de réfraction est une propriété optique qui caractérise toute substance transparente. Il est en fonction de la teneur en eau et de la température. L'indice de réfraction de miel est d'autant plus élevé que sa teneur en eau est plus basse (GONNET, 1982).

L'indice de réfraction varie de façon presque linéaire avec la teneur en eau, de telle sorte qu'il est possible de connaitre très rapidement cette teneur en mesurant l'indice de réfraction (LOUVEAUX, 1985).

4.3.7. La coloration

La coloration est une caractéristique physique importante des miels car elle est en rapport avec leur origine florale et avec leur composition (GONNET, 1982).

La coloration des miels est due à la présence des substances encore mal identifiées, mais parmi lesquelles semble bien figurer le carotène. La couleur d'un miel étant un caractère très important sur le plan commercial (LOUVEAUX, 1985).

4.3.8. Le pH

Le pH d'un miel est en fonction de la quantité d'acide ionisable qu'il renferme (ions H^+) ainsi que de sa composition minérale (ions OH^-). Plus le taux de la matière minérale est fort, et plus le pH de miel se rapproche de la neutralité (GONNET, 1982). Selon DONADIEU (1984), le miel est acide et son pH oscille en moyenne entre 3.5 et 6.

4.3.9. La turbidité :

A moins d'avoir été filtrés d'une façon parfaite, les miels sont toujours plus ou moins troubles, même lorsqu'ils ont été très bien refondus. Cette turbidité est due aux particules en suspension : grains de pollen, poussière, levures, particules de cire et de propolis, colloïdes, protéines, etc.… (LOUVEAUX, 1985).

4.3.10. La fluorescence

Sous l'action des rayons d'ultra-violet, beaucoup de miels présentent une fluorescence dont les couleurs sont très variables selon la composition de miel examiné (DONADIEU, 1984). Selon LOUVEAUX (1985), L'origine de cette fluorescence est mal connue.

4.3.11. Le pouvoir rotatoire

Le Pouvoir rotatoire des miels concerne leur action sur la lumière polarisée. (PROST, 1987). La majorité des miels font tourner à gauche la lumière polarisée, mais il existe des

miels dextrogyres, qui par conséquent font tourner le plan de polarisation à droite. Le pouvoir rotatoire du miel est une donné peu significative, car les divers sucres qu'il contient ont tous un pouvoir rotatoire différent (LOUVEAUX, 1985).

4.3.12. La solubilité

Selon DONADIEU (1984), le miel est soluble dans l'eau et l'alcool dilué, mais insoluble dans l'alcool fort, l'éther, le chloroforme et le benzène.

4.3.13. La Cristallisation :

La cristallisation des miels est un phénomène très important car c'est de lui que dépend en partie la qualité du miel (HUCHET et al.1996).

Le miel consiste en une solution sucrée sursaturée. La cristallisation du miel est ainsi un processus naturel. La vitesse de cristallisation dépend surtout de la teneur en glucose du miel. Les miels dont la teneur en glucose est inferieure à 28 g/100 g ou dont le rapport glucose/eau est inferieure à 1,7 restent plus longtemps liquides. Les miels à cristallisation rapide se cristallisent le plus souvent très finement, alors que les miels à cristallisation lente ont tendance à avoir une cristallisation grossière. Une cristallisation fine peut être obtenue par des procédés spéciaux d'ensemencement (BOGDANOV et al 2004).

4.4. Les propriétés biologiques du miel :

4.4.1. Valeur alimentaire et diététique :

Le miel est un aliment glucidique à haute valeur énergétique (320 calories par 100 g ou 13400 joules / kg) il est composé essentiellement d'un couple d'hexoses :

-*le glucose*, qui est assimilé directement ;

-*le fructose,* qui assimilé après une légère transformation.

Le miel présente sur le sucre ordinaire l'avantage de contenir des sels minéraux ainsi que des substances aromatique qui rendent sa consommation plus agréable. Le miel est un aliment très favorable à la croissance des jeunes enfants (GONNET, 1982).

4.4.2. Valeur thérapeutique

Le miel contient des substances *anti-bactériennes* d'où le nom d'*inhibine*. L'action *anti-bactérienne* du miel est certainement à l'origine de quelques unes des propriétés médicinales qui lui sont attribuées.

Dans le domaine médicale elle a été signalé l'action bénéfique du miel dans certaine cas de maladies de l'estomac, de l'intestin, des reins ou des voies respiratoires (GONNET, 1982).

Le miel à un pouvoir antiseptique utilisé dans le traitement des plaies depuis l'antiquité (ATTIPOUK et al. 1998). PROST (1987), ajoute signale que l'élément essentiel de cette activité antibiotique du miel, est une enzyme, la *gluco-oxydase*, qui provoque un dégagement d'eau oxygénée.

Tableau 2: Propriétés et indications thérapeutiques plus spécifiques attribuées aux principaux miels unifloraux (DONADIEU, 1984).

Origine botanique	**Propriétés plus spécifiques**	**Indicateurs plus particulières**
Acacia	- Régulateur intestinal	- Paresse intestinal, notamment chez le jeune enfant
Bruyère	- Antiseptique des voies urinaires et diurétiques ; -Antianémique ; - Dynamogénique des voies respiratoires et des voies urinaires.	- Affections de l'arbre urinaire dans son ensemble et dans le régime diététique de l'insuffisance rénale et chronique ; - Certains anémies ; - Etats de fatigue en général ; - convalescences ; Sénescences.
Eucalyptus	- Antiseptique des voies respiratoires et des voies urinaires.	- Affection touchant à la sphère respiratoire et à l'arbre urinaire dans leur ensemble.
Oranger	- Antispasmodique ; - Sédatif nerveux.	- Etats spasmodiques d'origines diverses ; - Nervosisme en général et troubles qui en découlent : insomnies, palpitations.
Sapin	- Antianémique ; - Antiseptique et anti-inflammatoire des voies respiratoires ; - Diurétique.	- Certains anémies ; - Affection touchant à la sphère respiratoire dans tout son ensemble ; - Affections de l'arbre urinaire dans son ensemble et dans le régime diététique de l'insuffisance rénale et chronique.
Lavande	- Antiseptique et anti-inflammatoire des voies respiratoires ; - Antispasmodique ; - Sédatif nerveux.	- Affection touchant à la sphère respiratoire dans tout son ensemble ; - Rhumatismes chroniques (arthrose).
Thym	- Antiseptique général.	- Maladies infectieuses en général touchant aussi bien les sphères respiratoires, digestives et urinaires.
Tilleul	- Antispasmodique ; - Sédatif nerveux.	- Etats spasmodiques d'origines diverses ; - Nervosisme en général et troubles qui en découlent : insomnies, palpitations.
Trèfle	- Dynamogénique.	- Etats de fatigue ; - Convalescences ; - Efforts physiques (chez les sportifs en particulier.

4.5. Propriétés organoleptiques :

4.5.1. La couleur :

Elle varie de blanc ou de nuance très claire à brun sombre selon l'origine du produit. Les miels français de robinier ou « acacia » – *Robinia pseudoacacia* –, luzerne, romarin, rhododendron, lavande... sont clairs à l'état liquide et blancs lorsqu'ils sont cristallisés ; ceux de fenouil, de bourdaine, de bruyère, de callune, d'eucalyptus, d'arbousier et de miellats sont, au contraire, foncés avec des reflets variés (verdâtres dans le miel de sapin) ; celui de sarrasin est presque noir. Certains miels sont lumineux (miel de tournesol), d'autres, au contraire, le sont peu (miel de colza). L'intensité de la couleur est mesurée par l'échelle de *Pfund* (*Pfund color grader*) ou par le comparateur visuel de Lovibond. La limpidité, la fluidité, l'homogénéité, la cristallisation et la propreté sont également prises en considération (MOKEDDEM, 1997).

4.5.2. L'odeurs :

Dans les différents miels, les odeurs varient considérablement mais s'évaporent très rapidement. Elles sont végétales, florales ou fruitées, puissantes ou non, fines, lourdes, vulgaires. Une odeur de fumée ou de fermentation est un défaut (MOKEDDEM, 1997).

4.5.3. Les goûts :

Il s'agit des arômes, de la saveur (acide, sucrée, salée, amère) et de la flaveur par voie rétronasale. Ils sont végétaux, floraux, empyreumatiques, fins, puissants ou persistants, exogènes. L'arrière-goût peut être amer ou acide et laisse en fin de bouche de tanin, de rance, de fumée... (MOKEDDEM, 1997).

Deuxième Chapitre

Technologie du miel

Chapitre II. Technologie du miel

Depuis quelques dizaines d'années, la commercialisation du miel a cependant subi de profondes transformations. De plus en plus, la production du miel est appelée à passer par des circuits commerciaux complexes qui nécessitent la mise en œuvre de moyens modernes de conditionnement pour assurer une présentation agréable et la fourniture en quantités importantes de produits d'excellente qualité. L'obtention de très grosses quantités d'un produit homogène et irréprochable nécessite l'application d'une véritable technologie du miel, dont on peut situer la naissance vers 1929 avec les travaux de Dyce sur la cristallisation contrôlée, et qui constitue, à l'heure actuelle, un objet de recherches et de mises au point continuelles.

Les problèmes de technologie commencent à se poser dès la récolte du miel. Viennent ensuite la maturation, l'ajustement de la teneur en eau, la refonte, la pasteurisation, la cristallisation dirigée, le conditionnement et la conservation (LOUVEAUX, 1968).

1. La récolte du miel :

D'après DONADIEU (1984), La récolte de miel par l'apiculteur a lieu en général après une miellée (qui correspond à la période de production de nectar par la flore susceptible d'en fournir) et lorsque les 3/4 des alvéoles des rayons de cire sont operculés.

C'est ainsi que dans le midi de la France, le miel est récolté entre les mois d'avril et de novembre, en une ou plusieurs fois, La première récolte ne débute habituellement qu'à la fin du mois de mai.

1.1. Enlèvement des cadres :

L'apiculteur retire les cadres de miel, après avoir chassé les abeilles par enfumage, il transporte les hausses dans la miellerie et enlève les opercules à l'aide d'un couteau à désoperculer (HUCHET et al, 1996).

1.2. L'extraction de miel

a. La désoperculation :

C'est l'enlèvement des opercules. Avec ou sans passage à l'étuve, la désoperculation se pratique dans une pièce tiède et bien fermer (PROST, 1987). Selon DONADIEU (1984), il y a deux procédés de désoperculation :

-soit à la main avec un couteau, un rabot ou une herse à désoperculer,

-soit mécaniquement grâce à des machines spéciales conçues pour cette opération.

b. L'extraction :

BIRI (1986), signale que l'extraction doit être exécutée avec un extracteur, c'est à dire un récipient en général cylindrique revêtu d'acier inoxydable, qui permet d'extraire le miel des rayons par la force centrifuge sans que ceux-ci soient endommagés. (figure n°03)



Figure 03 : Extracteur centrifuge à moteur électrique (PROST 1987).

c. La filtration

Le miel est recueilli sur un filtre, qui va retenir les débris de cire entraînés lors de l'extraction, et être reçu dans un bac avant d'atteindre, après un deuxième filtrage le maturateur qui est un simple récipient de décantation pour lequel le terme d'épurateur serait préférable.

Selon LOUVEAUX (1985), Les filtres couramment utilisés en apiculture sont de simples tamis à maille de 0,1 mm. Leur efficacité est suffisante pour éliminer du miel les déchets de cire et les grosses impuretés. L'installation des filtres ne se justifie que sur des circuits de conditionnement industriels.

1.3. La maturation de miel

L'extraction centrifuge ne fournit pas directement un miel prêt à la mise en pots. Pour obtenir un miel commercialisable il est indispensable de l'épurer (LOUVEAUX, 1985). Selon PROST (1987), la maturation signifie épuration, quand il s'agit du miel.

Selon le même autour, la maturation est une simple décantation dans un récipient où le miel abandonne ces impuretés (débris de cire, amas de pollen), ainsi que les bulles d'air incorporées pendant l'extraction.

D'après LOUVEAUX (1985), la meilleure façon d'épurer le miel est encore de le laisser reposer pendant quelques jours dans un récipient appelé maturateur, DONADIEU, (1984), signale que la maturation dure 2 à 8 jours.

2. Le conditionnement de miel

Du maturateur, le miel est coulé directement dans les récipients de vente. Le miel doit être mis à l' abri de l'air et de l'humidité ceci afin d'éviter certaine dénaturation et surtout des fermentations, d'où la nécessité de récipients bien remplis et hermétiquement fermés. (DONADIEAU, 1985).

D'après HUCHET (1996), le miel est gardé dans des locaux frais où la température ne dépasse pas 20°C. Si le miel à stocker présente un risque de fermentation, il faudra impérativement le pasteuriser ou le conserver à une température de 4 à 5°C.

3. Pasteurisation de miel

La pasteurisation consiste à porter le miel à l'abri de l'air, à une température de l'ordre de 78°C pendant 6 à 7 minutes, puis le refroidir rapidement. L'appareillage comporte principalement des plaques chauffante parallèles entres lesquelles le miel va circuler en lames minces (PROST, 1987). Le miel pasteurisé est à l'bri des fermentations puisque les levures ont été détruites, et il se conservera à l'état liquide pendant au moins six mois, le temps nécessaire pour qu'il ait été consommé (LOUVEAUX, 1985).

PROST (1987), mentionne que la pasteurisation peut augmenter très sensiblement la couleur et le taux de l'HMF, qu'il caractérise les miels chauffés et vieux.

4. Le contrôle de la cristallisation

Pour éviter les défauts de cristallisation et accroître la popularité d'un miel auprès des consommateurs, on contrôle la cristallisation, en particulier celle des miels de fleurs à cristallisation rapide (BOGDANOV, 1999).

Tous les miels n'ont pas la vocation pour rester à l'état liquide. Trop riches en glucose, même après pasteurisation, ils risqueraient de recristalliser de façon irrégulière.

Pour obtenir une cristallisation fine et homogène, on procède à un ensemencement du miel après pasteurisation et refroidissement complet. On mélange intimement au moyen d'appareils spéciaux un miel à cristallisation très fine avec le miel à faire cristalliser. On utilise environ 10 % de semence. Les cristaux ajoutés au miel servent d'amorce et, en quelques jours, à la température de 14 °C, la plus favorable à la croissance des cristaux, tout le miel est cristallisé dans le système souhaité. Bien entendu, c'est le mélange encore pâteux du miel et de la semence qui est envoyé dans la machine à empoter (LOUVEAUX, 1985).



Figure 04 : Miel semence en réserve, (Maurice MARY, 2008)

5. Emballage et étiquetage :

Les récipients doivent être étanches à l'eau et à l'air pour éviter toute pénétration d'humidité dans le miel. Les récipients et cuves en fer blanc, en aluminium, en acier chromé et en plastique (qualité alimentaire) conviennent parfaitement à cet usage.

Pour les emballages de consommation, les pots en verre, mais aussi ceux en plastique (qualité alimentaire) et en fer blanc conviennent. Quant aux boîtes en paraffine, elles ne sont étanches ni à l'eau ni à l'air et sont en conséquence inutilisables pour le stockage du miel. Selon la loi sur les denrées alimentaires, elles sont même interdites (car la paraffine contienne des substances toxiques qui peuvent migrer dans le miel) et ne pourront plus être utilisées une fois la période de transition est écoulée (BOGDANOV, 1999).

D'après PROST (1987), le verre est le meilleure emballage pour le miel, mais son poids, sa fragilité et transparence rend visible les traînées blanche, causées par les bulles d'aire, dans le miel cristallisé lui font préférer le carton ou la matière plastique.

Légalement, l'étiquette doit fournir les indications suivantes:

-Le nom et l'adresse de l'apiculteur,

-L'appellation du miel ou une autre appellation légale,

-Le poids du miel contenu dans le récipient,

-Une date de garantie, à consommer de préférence avant fin mois/année (exemple, à consommer avant fin 04/2010), mais il ne s'agit pas d'une date de péremption, tout miel peut être consommé sans risque après cette date. Il est normal de s'en tenir à une durée de conservation maximale de 18 à 24 mois selon les miels, à condition de garantir au consommateur que le miel aura au moins jusqu' à cette date, conservé ses qualités et ses caractéristiques sensorielles (GUERRIAT, 1996);

-En outre, l'apiculteur valorise d'autant mieux son produit qu'il mentionne aussi le résultat d'une analyse de laboratoire (espèces butinées, consistance…) et une région de production (BOGDANOV, 1999 et SCHWEITZER, 2004).

6. Principales transformations physiques et chimiques du miel :

6.1. La cristallisation

Selon HUCHET et al, (1996), La cristallisation des miels est un phénomène très important car c'est de lui que dépend en partie la qualité du miel. Il dépend des facteurs suivants:

a. La teneur en sucres

Plus la teneur en glucose est élevée, plus rapide sera la cristallisation du miel, les miels avec plus de 28% de glucose se cristallisent très rapidement, mais aussi, plus la concentration en fructose par rapport à celle du glucose (rapport fructose/glucose) est élevée, plus la cristallisation est lente. En principe, le miel reste liquide au-dessus d'un rapport fructose/glucose proche de 1,3 (BOGDANOV, 1999).

b. La température

La température optimale pour la cristallisation du miel se situe entre 10 et 18°C. Une température constante de 14°C est idéale pour un miel à teneur en eau moyenne. Les basses températures retardent la croissance des cristaux. Les hautes températures entraînent la dissolution des cristaux qui disparaissent totalement à 78°C (HUCHET et al, 1996 et BOGDANOV, 1999b).

La température idéale pour une bonne conservation du miel doit être comprise entre 12 et 16°C, elle est ralentie à plus basse comme à plus haute température. Mais dans ce dernier cas, la dégradation du miel se caractérise par un taux d'HMF croissant dans le temps (CARTEL, 2003 in DJERD, 2008).

c. La teneur en eau

Les miels avec une teneur en eau de 15 à 18% ont une bonne cristallisation. Ceux dont la teneur est inférieure ou supérieure se cristallisent plus lentement, ceux au contenu hydrique faible deviennent durs, alors que ceux avec plus de 18% d'eau restent mous (BOGDANOV, 1999).

6.2. La fermentation

Tous les miels naturels contiennent des levures, champignons microscopiques responsables de fermentations alcooliques. Ces derniers proviennent du nectar, mais également de pollutions accidentelles dues aux abeilles ou intervenant après la récolte (LOUVEAUX, 1985).

Selon GONNET (1982), la fermentation peut intervenir lorsque plusieurs facteurs favorables sont réunis:

> Une teneur en eau du miel supérieure à 18%,

> La présence de levures vivantes en quantité suffisante,

> Une température voisine de 16°C, et comprise de toute façon entre 10 et 25°C.

PROST (1987), ajoute que le miel qui fermente dégage des bulles de gaz carbonique; sa surface se soulève, son goût change, et il n’est plus commercialisable.

Troisième Chapitre

Analyse du miel

Chapitre. III. Analyse du miel

Les analyses de miel se pratiquent depuis fort longtemps et la liste des auteurs ayant travaillé sur ce sujet est impressionnante, ils sont alors arrivé peu à peu à définir un certain nombre de critères se rapportant aux divers aspects physico-chimiques du produit ainsi que sa composition.

1. Les tableaux de références

Ce sont des documents analytiques qui donnent les principaux critères retenus pour tel type de miel, ces tableaux ont donc une valeur de référence et donnent des valeurs extrêmes pour chaque critère retenu, ces tableaux de références sont obtenus grâce à l'analyse d'un nombre important d'échantillons.

Les moyennes obtenues sont alors considérées comme représentatives des mesures idéales pour le type de miel défini (tableau 3) ;

Des renseignements complémentaires concernant notamment la mélissopalynologie, sont apportés à ces tableaux ils indiquent les types de pollens pour le type de miel. Ceux-ci sont classés en pollens dominants, d'accompagnements et isolés en fonction de leurs fréquences dans les échantillons, des pollens rares peuvent également être mentionnés (MOKEDDEM, 1997).

2. Les bulletins d'analyses

Le bulletin d'analyse se rapporte à un échantillon donné. Cet échantillon doit être représentatif du lot de miel pour lequel des renseignements analytiques sont recherchés, ceci implique de s'entourer d'un minimum de précaution lors de son prélèvement (en évitant, par exemple, de le prélever à la partie supérieure du récipient mais plutôt en profondeur s'il s'agit d'un miel liquide), les données portées sur le bulletin d'analyse ne sont plus des moyennes mais des valeurs correspondant à celles trouvées lors de l'analyse.

Les résultats fournis peuvent être limités ou complètes suivant la demande de l'intéressé et en fonction du but recherché. Si l'analyse est suffisamment complète, il est alors possible d'en comparer les résultats à un tableau de référence, on peut ainsi déterminer si le miel analysé correspond ou non aux critères établis (tableau 4) (MOKEDDEM, 1997).

Tableau 3 : Principales caractéristiques de miel de nectar de Lavande

D'après une proposition de normes française, I.T.A.P.I.

Tableau de référence

Critères	Moyenne	Minimum	Maximum
Couleur (échelle de Pfund)	> 5,5		
Humidité	> 17,5		
pH initial	3,63	3,3	4,0
pH équivalent	6,34	6,0	6,7
Acidité totale (meq/kg)	34,2	26,0	40,6
Conduct. Electrique	2,5		
Fructose (%)	41,91	39,2	45,4
Glucose (%)	38,72	36,9	42,2
Glucose + Fructose (%)	80,63	76,1	87,6
Saccharose (%)	7,22	2,0	11,6
Maltose (%)	5,53	4,2	7,1
Erlose (%)	2,12	1,2	4,3
Mélizitose (%)	0	0	0
Monosaccharides totaux	80,63	76,10	87,60
Disaccharides totaux	13,30	8,50	18,90
Trisaccharides totaux	2,12	1,20	4,30
Fructose/Glucose	1,08	1,04	1,14
Fructose/Glucose	2,0	1,80	2,20

Source: F. Jeanne (1993) in Mokeddem, 1997.

Tableau 4: Exemple d'un bulletin d'analyse d'un miel d'Algérie. Effectue par le 1aboratoire officiel du CNFVA.
Source**: F. Jeanne (1993) in Moukaddem, 1997.**

I. Analyse physico-chimique	
pH initial	4.16
pH du point équivalent	6.88
Acidité libre	21.24 m éq./kg
Acidité combinée	11.19 rn éq./kg
Acidité totale	32.43 m éq./kg
H.M.F.	l2mgfkg
Acidité diastasique	37
Conductivité	micro siemens
Coloration S	-
Humidité	18.1%
Tréhalose	0,14%
Glucose (%)	31,00 %
Fructose (%)	40,29 %
Isomlatose	1.50 %
Saccharose(%)	0.1%
Turanose	1.44%
Mélizitose (%)	1.09 %
Raffinose	0.52%
Maltose(%)	2.57%
Erlose (%)	0.73 %
Sucres totaux	80.82 %
Fructose/Glucose	1.29
Glucose/eau	1.71
II. Caractères organoleptiques et aspect	
Miel semi-liquide ambré Examen normal permettant de percevoir la présence d'Eucalyptus.	
III. Interprétation	
Beau miel naturel conforme aux normes de qualité exigées d'un miel de bouche.	

3. Description de principales données d'analyse :

3.1. Analyse physique :

3.1.1. La Densité :

La densité appelée aussi le poids spécifique. Selon LOUVEAUX (1968), Le poids spécifique du miel est en fonction principalement de sa teneur en eau. La mesure du poids spécifique au moyen d'un densimètre ou le réfractomètre. Les valeurs trouvées par les différents auteurs (Marvin, 1934 ; DEANS, 1953 ; White et al. 1962) concordent de façon très satisfaisante. Selon PROST, 1987, la densité de miel à 20 °c est comprise entre 1.39 et 1.44, il ajoute qu'un miel récolté trop tôt ou extrait dans un endroit humide contient trop d'eau.

White et al, ont trouvé une valeur moyenne de 1,4225 à 20 °C pour 490 échantillons de miel des U.S.A.

3.1.2. La Conductibilité électrique :

La conductibilité électrique d'un miel est la conductibilité mesurée à 20°C d'un volume cubique de 1cm de côté d'une solution à 20% de matière sèche. C'est la mesure de la capacité de cet échantillon de miel à transmettre un flux électrique ou conductance. La mesure s'effectue à l'aide d'un conductimètre. Une cellule de conductance reliée à un potentiomètre analyse la vitesse de passage du flux électrique entre deux électrodes. Le résultat s'affiche en siemens (S). Le siemens étant l'unité de mesure de la vitesse de conductance. Conventionnellement, la conductibilité est donnée en 10^{-4} S/cm, mais ce n'est pas toujours le cas dans la réalité. En effet, les laboratoires donnent de plus en plus souvent de mesure de conductivité électrique en micro-siemens (µS = 10^{-6}) mais on donne également des résultats en millisiemens (mS = 10^{-3}) (Italie) ou en Ohm (Ω) (grande Bretagne).

Elle est d'autant plus élevée que le miel est riche en substances ionisables, telles les matières minérales. Cette mesure, exprimée en 10^{-4} S/cm, se fait dans une solution standard à 20 % de matière sèche (cendres). Elle est d'autant plus élevée que le miel est foncé par la présence de matières minérales (miels de miellats). (LOBREAU-CALLEN et al, 2001)

Pour le miel cette conductivité varie selon un rapport moyen (V) comprise entre 1 et 15, entre 1 et 5 on trouvé à peu prés tous les miels de nectar: 1 à 2,5 mS pour celui de colza ; 2,5 mS environ pour le miel de lavande ou de romarin; entre 1,3 et 3 mS celui d'acacia et 1,4 et 3 mS pour celui de l'oranger. Certains miels cependant transgressent cette règle. C'est le cas du miel de callune avec une conductivité variant entre 7 et 9 mS ou celle du châtaignier qui est généralement supérieur à 10 mS.

La conductibilité élecrique présente un bon critère pour la détermination de l'origine botanique du miel, et elle est désignée aujourd'hui lors des contrôles de routine à la place de la teneur en cendre, cette mesure dépend de la teneur en minéraux et de l'acidité du miel, plus elles sont élevées, plus le CE correspondante est élevée.

3.1.3. Le pH

Le pH ou “potentiel hydrogène”, encore appelé indice de “sorensen”. C’est la mesure du coefficient caractérisant l’acidité ou la basicité d’un milieu, il représente la concentration des ions H+ d’une solution.

Selon Gonnet, (1985), le coefficient 7 (eau distillée à 22°C) correspond à la neutralité, supérieur, il est basique, inférieur il est acide. Il se situe entre 3,5 et 4,5 pour les miels de nectars et entre 4,5 et 5,5 pour les miels de miellats.
Le pH d’un miel est mesuré en solution dans l’eau à 10 % à l’aide d’un pH- mètre. (LOUVEAUX, 1985).

3.2. Analyse chimique:

3.2.1. La teneur en eau:

La mesure de la teneur en eau, se fait très simplement au moyen d’un réfractomètre ; l’indice de réfraction est fonction de sa teneur en eau. Connaissant l’indice de réfraction, on en déduit la teneur en eau. Les tables de CHATAWAY donnent directement la correspondance. Le réfractomètre permet une mesure avec une simple goutte de miel ; il ne peut toutefois donner un résultat que si le miel est parfaitement liquide (LOUVEAUX, 1982).

Une goutte de miel est déposée sur la platine du prisme d’un réfractomètre. La lecture est faite à travers l’oculaire au niveau de la ligne horizontale de partage entre une zone claire et une zone obscure. Cette ligne coupe une échelle verticale graduée directement en pourcentage d’humidité dans le miel. La température du prisme est notée.

Si la mesure a été effectuée à une température différente de 20°C, la lecture doit être corrigée pour ramener l’indice de réfraction. Le coefficient de correction est de 0,00023 par degré Celsius. La correction est additive, si la mesure est faite au dessus de 20°C, soustractive dans le contraire.

La norme de *Codex Alimentarius* et de U.E prescrivent actuellement une teneur en eau maximale est de 21%, le miel qui contient une teneur en eau élevée fermente plus facilement, exemple les miels de bruyère et de trêfle ont une teneur en eau de 23% (CODEX, 2001).

Les contrôles chimiques effectués jusqu’à aujourd’hui pour les miels de qualité ont montré que la teneur en eau de plus de 95% des miels est inferieure à la valeur de 18.5%.

L’estimation de la teneur en eau peut se faire par mesure de la densité, mais il s’agit d’un moyen empirique et l’interprétation du résultat est assez difficile (GONNET, 1986).

Tableau 5 : Table de CHATAWAY (1935)

Indice de réfraction (20°c)	**Teneur en eau (%)**	**Indice de réfraction (20°c)**	**Teneur en eau (%)**	**Indice de réfraction (20°c)**	**Teneur en eau (%)**
1.5044	13.0	1.4935	17.2	1.4835	21.2
1.5038	13.2	1.4930	17.4	1.4830	21.4
1.5033	13.4	1.4925	17.6	1.4825	21.6
1.5028	13.6	1.4920	17.8	1.4820	21.8
1.5023	13.8	1.4915	18.0	1.4815	22.0
1.5018	14.0	1.4910	18.2	1.4810	22.2
1.5012	14.2	1.4905	18,4	1.4805	22.4
1.5007	14.4	1.4900	18.6	1.4800	22.6
1.5002	14.6	1.4895	18.8	1,4795	22.8
1.4997	14.8	1.4890	19.0	1.4790	23.0
1.4992	15.0	1.4885	19.2	1.4785	23.2
1.4987	15,2	1.4880	19.4	1.4780	23.4
1.4982	15.4	1.4875	19.6	1.4775	23.6
1.4976	15.6	1.4870	19.8	1.4770	23.8
1.4971	15.8	1.4865	20.0	1.4765	24.0
1.4966	16.0	1.4860	20.2	1.4760	24.2
1.4961	16.2	1.4855	20.4	1.4755	24.4
1.4956	16.4	1.4850	20.6	1.4750	24.6
1.4951	16.6	1.4845	20.8	1.4745	24.8
1.4946	16.8	1.4840	21.0	1.4740	25.0
1.4940	17.0				

3.2.2. La teneur en cendres :

On appelle cendre l'ensemble des produits fixes de l'incinération du miel conduite de façon à obtenir la totalité des cations.

Les creusets vides sont mis dans le four à 650 °C pendant quelques minutes, puis dans un dessiccateur jusqu'au refroidissement total.

Les creusets vides sont pesés, puis après avoir taré la balance on pèse 5g de miel et on ajoute quelques gouttes d'acide sulfurique; ce qui permet d'accélérer la combustion de la matière organique.

Les creusets contenant le miel sont d'abord chauffés au bain-marie durant 30 minutes, ensuite ils sont introduits dans un four à 650°C pendant 18 heures; jusqu'à l'obtention de cendres blanches.

Après refroidissement dans un dessiccateur, les creusets sont pesés avec les cendres.

L'incinération du miel est donc le procédé qui permet de connaître sa teneur en constituants minéraux, cette teneur est très variable. Celle des miels clairs est plus faible que les miels foncés. Elle est comprise entre 0.020 et 1.028 g/100g de miel (LOUVEAUX, 1968).

La teneur en cendres est un critère de qualité dépend de l'origine botanique du miel. Le miel de nectar à une teneur en cendres plus faible que le miel de miellat. LOUVEAUX (1968), ajoute que la teneur en cendres des miels est comprise entre 0.020 et 1.028%.

La teneur maximale autorisée par les normes internationales est de 0,6 g/100 g, et pour le miel de miellat ou mélanges de miel de miellat et de nectar, miel de châtaignier est de 1.20 g/100g (Codex, 1998).

Tableau 6 : Constituants minéraux du miel (les résultats sont exprimes en mg/kg) D'après white (1963) et d'après les travaux de SCHUETTE et al. (D'après LOUVEAUX in CHAUVIN, 1968)

Eléments	**Miels clairs**				**Miels foncés**			
	Nbre	**Moy.**	**Mini.**	**Max.**	**Nbre**	**Moy.**	**Mini.**	**Max.**
Potassium (K)	13	205	100	588	18	1676	115	4733
Chlore (CI)	10	52	23	75	13	113	48	201
Soufre(S)	10	58	36	108	3	100	56	126
Calcium(Ca)	14	49	23	68	21	51	5	266
Sodium (Na)	13	18	6	35	18	76	9	400
Phosphore (P)	14	35	23	50	21	47	27	58
Magnésium (Mg)	14	19	11	56	21	35	7	126
Silice (Si02)	14	22	14	36	21	36	13	72
Silicium (Si)	10	8,9	7,2	11,7	10	14	5,4	28,3
Fer(Fe)	10	24.	1,2	4,8	10	9,4	0,7	35,5
Manganèse (Mn)	10	0,3	0,17	0,44	10	4,09	0,52	9,53
Cuivre(Cu)	10	0,29	0,14	0,70	10	0,56	0,35	1,04

3.2.3. Le Dosage des sucres

Chaque miel est susceptible de contenir une bonne dizaine de sucres. Ce sont des mono, di, tri ou polysaccharides représentant au total plus de 80% du poids total du miel.

Deux d'entre eux, le glucose et le fructose, dominent nettement et font à eux seuls près de 70%. Les autres sucres, loin d'être tous présents, dans un même miel, peuvent se trouver à

l'état de traces ou en quantité plus ou moins importantes mais toujours dans des proportions ne dépassant pas quelques pour cent.

La détermination de ces sucres et leur dosage s'obtient par l'analyse chromatographique effectuée par un laboratoire spécialisé.

Les méthodes officielles d'analyse du miel (arrêté publié au journal officiel 1977) prévoient les méthodes suivantes: chromatographie en couche mince, chromatographie sur papier et chromatographie en phase gazeuse. On fait de plus en plus appel actuellement à la chromatographie en phase liquide (H.P.L.C. mis pour Hight Pressure Liquide Chromatography -Chromatographie en phase liquide sous haute pression)

Dans ce contexte, nous pouvons citer l'exemple de la législation Française (décret sur le miel 1976) prévoit:

- une teneur apparente en sucres réducteurs exprimés en sucre intervertis pas moins de 65% pour le miel de nectar, et une teneur apparente en saccharose inférieur à 5% exception faite pour les miels d'acacia, lavande et bauksie (flore Australienne).

3.2.4. Rapports Glucose/eau et Fructose/Glucose

Du rapport glucose/fructose et surtout du rapport glucose/eau vont dépendre en grande partie la rapidité de cristallisation d'un miel ainsi que sa structure cristalline avant de procéder aux principales opérations technologique que sont la pasteurisation, la cristallisation dirigée, le mélange ou la refonte des miels, il faut connaître ces données essentielles, elles aident au choix du traitement à appliquer.

Les méthodes employées pour le dosage des sucres sont nombreuses, elles font appel à la chimie analytique classique ou à la chromatographie de partage.

Certaines méthodes apportent des résultats globaux, elles ne permettent pas de différencier glucose et fructose d'autres par contre sont longues et délicates. L'analyse par chromatographie en phase gazeuse (C.P.G) mise au point par POURTALLIER (1967), (Cité par GONNET, 1977), constitue la méthode officielle pour le dosage des différents sucres dans le miel mais la technique est très délicate, adaptée à certains laboratoires et représente aussi un investissement assez lourd.

Les dosages par voie enzymatique proposés par BERGMEYER et al. (1970) (cité par GONNET, 1977) sont cependant parfaitement adaptés à la solution du problème posé. Cette méthode est rapide et permet le dosage du glucose et fructose à part.

3.2.5. L'hydroxyméthylfurfural (HMF)

Le principal critère d'évaluation mesurable de la qualité du miel est la concentration en HMF.

L’apparition de ce composé est le résultat de la transformation des sucres simples et plus particulièrement du fructose en hydroxyméthylfurfural: 5-(hydroxyméthyl)-2-furaldéhyde (HMF). L'acidité et une teneur en eau élevée favorisent cette transformation, mais l'excès de chaleur et un entreposage prolongé sont des facteurs encore plus importants dans ce processus (MARCEAU, et al. 1994).

CHOH—CHOH
OH-CH_2-CHOH—CHOH-CHO —$-3H_2O$→ OH-CH_2-C HC—CH C-CHO O

Hexose HMF

Figure 3: Processus de la formation de l’HMF

Selon BOGDANOV, (2001) Dans le commerce international, un taux maximal de **40mg/kg** s’est révélé acceptable.

La teneur en HMF d’un miel est pratiquement nulle au moment de la récolte, elle augmente progressivement, lentement tout d’abord pour s’accélérer par la suite.

L’HMF est un indicateur de la fraicheur et le surchauffage du miel.

D’après ZEGGANE, ANTINELLI et al, (1996) cité par MOKADDEM (1997), la méthode du dosage d’H.M.F. utilisant l’acide barbiturique et la paratoluidine n’est pas sélective de l’H.M.F. et surestime le taux réel de ce produit, une nouvelle méthode donc est déterminée, pour évaluer le taux de H.M.F par chromatographie liquide à haute performance (H.P.L.C.), cette méthode permet de déterminer le taux d’H.M.F. qui est plus fiable et plus proche de la valeur exacte.

La proposition du Codex (1998), prévoit un taux maximal de 60 mg/kg, cette proposition d’un taux maximal plus élevé se base sur le faite que dans les pays chauds, la teneur en HMF augmente rapidement avec la durée de stockage.

3.2.6. Le Dosage des protéines

Les protéines sont dosées selon la méthode de KJELDAHL. La matière azotée contenue dans la prise d’essai est minéralisée par l’action de l’acide sulfurique concentré en présence d’un catalyseur sous l’action de la chaleur.

L'azote est libéré à l'état d'ammoniac qui, en présence d'acide sulfurique se retrouve à l'état de sulfate d'ammonium. Un excès de soude neutralise l'acide sulfurique et libère l'ammoniac qui est entraîné par distillation dans une solution d'acide borique. L'ammoniac contenu dans le distillat est dosé avec H_2SO_4 en présence d'un indicateur coloré. Le taux de protéine est obtenu en multipliant le taux d'azote par 6,25.

3.2.7. L'acidité

LOUVEAUX (1985), signale que tous les miels ont une réaction acide. Cette acidité provient d'acides organiques, certains de ces acides proviennent du nectar et d'autres de miellat, mais 'leur origine principale est recherchée du côté des sécrétions salivaires de 1'abeille et dans les processus enzymatiques et fermentatifs (LOUVEAUX, 1968). La fermentation de miel provoque une augmentation de l'acidité. L'ancienne norme prescrit été une valeur maximale de 40 mq/kg. Dans le projet de *Codex alimentarius* elle a été augmentée à 50 mq/kg et ont donné qu'il existe des miels qui ont une teneur naturelle en acide plus élevée.

Lors de l'analyse on considère:

a) L 'acidité libre

Cette acidité est titrée par l'hydroxyde de sodium jusqu'au pH du point équivalent soit pHE (pont de neutralisation de tous les acides libres).

L'acidité libre est exprimée en milliéquivalent d'hydroxyde de sodium nécessaire pour porter à pHE, 1000 grammes de miel, elle ne doit pas être supérieure à 50 meq/kg (Codex, 2001).

b) L 'acidité combinée

Cette acidité correspond à l'acidité des lactones, cette acidité (combinée) est non titrable, l'acidité due aux lactones (acidité combinée) est exprimée en milliéquivalents d'hydroxyde de sodium pour 1000 grammes de miel.

e) L 'acidité totale

L'acidité totale est la somme de l'acidité libre et de l'acidité des lactones, elle peut varier de 10 et 60 meq/kg.

Le pH est mesuré sur une solution de miel 10%, cette acidité totale peut varier de 10 et 60 meq/kg.

Tableau 7 : Les valeurs de l'acidité de quelques miels (MOKEDDEM, 1998)

Miel	Acidité libre pH équivalent		Acidité combinée (lactone)		Acidité totale	
	Moyenne	**Val. limite**	**Moyenne**	**Val. limite**	**Moyenne**	**Val. limite**
Acacia (meq/kg)	8,0	5,7 - 11.9	5,5	2,2-9,4	13,7	8,9-20,4
Colza	8,8	5,7 - 14,6	6,0	1,4-9,7	14,9	8,9-24,3
Lavande (meq/kg)	19,0	11,6 - 26,2	15,3	10,0-21,4	34,2	26,0-40,6
Romarin (meq/kg)	7,4	4,0 - 11,0	6,2	1,0-10,4	13,6	8,7-19,1
Sapin Vosges (meq/k)	25,2	17,4 - 31,2	3,4	0,4-9,0	28,7	20,4-36,9
Autres sapins (meq/kg)	19,8	14,4 - 26,2	3,0	1,0-9,0	22,9	15,8-30,6
Oranger (meq/kg)	1,21	0,7 - 16	0,99	0,4-1,4	-	1,2-3

Source: "CN.A.P.F." France -Miel

3.2.8. L'Activité diastasique (ou enzymatique)

Le miel contient de nombreuses diastases parmi lesquelles on cite:

- Les amylases et qui provoquent la dégradation de l'amidon en donnant des dextrines puis du maltose.
- La gluco-invertase (glucosidase) qui joue un rôle essentiel dans la scission des molécules de saccharose.
- La gluco-oxydase qui est à l'origine de la formation de l'acide gluconique.

Avec le vieillissement du miel, la teneur en diastases diminue progressivement et tend vers zéro comme l'on démontré de nombreux auteurs (HADORN et al. 1962 et WHITE et al. 1962 et GONNET, 1962 cité par LOUVEAUX, 1668). Cet affaiblissement intéresse aussi bien l'amylase que l'invertase. La destruction des diastases est fortement accélérée par l'élévation de la température.

D'après WHITE et al. (1962), confirmé par GONNET (1965), cette perte d'activité serait de l'ordre de 10 à 33% en un an et de 31 à 3 7,5% en deux ans pour l'amylase. L'invertase est encore plus fragile.

L'activité diastasique et en particulier celle de l'amylase est susceptible d'apporter de précieux renseignement sur l'état de fraîcheur d'un miel ou sur les dégradations éventuellement subies lors d'un excès de chauffage par exemple.

On appelle activité de l'amylase du miel, le nombre de millilitre d'une solution dilution aqueuse à 1% d'un amidon standard hydrolysé en une heure par lg de miel (GONNET, 1973).

La mesure est effectuée à l'aide d'un spectrophotomètre ou d'un colorimètre et s'exprime en indice diastasique (I.D) (Échelle de Schade). En général, il doit être inférieur à 8 (toléré à 3 pour les miels à faible teneur en diastase, comme les miels d'agrumes et ayant un taux d'H.M.F. inférieur à 15) (Anonyme, 1976).

3.3. La mélisso-palynologie

La palynologie appliquée à l'apidologie ou la Mélisso-palynologie est une discipline très ancienne puisqu'elle a ses origines dans les observations de PFISTER (1895) sur la présence constante des grains de pollen dans les miels. Le terme «Mélisso-palynologie» n'est apparu qu'en 1966 et c'est MAURIZIO qui lui a donné le statut d'une discipline scientifique moderne dont l'ouverture sur l'apidologie est de plus en plus prouvée.

Selon A.PONS (1958) et DARRIGOL (1979), l'analyse pollinique est un moyen de comparaison valable. Elle permet à tous les pays de connaître leurs miels indigènes et de les différencier des miels étrangers.

La Mélisso-palynologie est donc une garantie sûre de contrôle de qualité, de prévention et de répression des fraudes.

Les méthodes utilisées en mélisso-palynologie

Depuis les travaux fondamentaux de ZANDER (1935, 1937, 1941,1949 et 1951), un grand nombre d'examens microscopiques de miels ont été faits dans beaucoup de pays Européens ou autre. L'expérience ainsi acquise, rend souhaitable de donner une nouvelle version des « méthodes d'analyse pollinique des miels » publiées par la Commission Internationale de Botanique Apicole de l'Union Internationale des Sciences Biologiques UISB (19621963) in J. LOUVEAUX, A. MAURIZIO et G. VORWOHL (1970).

Le principe de ces méthodes repose sur le fait que tous les miels naturels contiennent en suspension avant et après leur extraction des constituants figurés microscopiques dont les plus importants sont les grains de pollen provenant des fleurs que l'abeille a visitées pour la récolte du nectar. Outre les grains de pollen, les miels naturels peuvent contenir en très faibles

quantités: des spores de champignons, des algues microscopiques, des levures, des grains d'amidon, des fragments d'insectes et des poussières atmosphériques.

Par centrifugation d'une solution de miel dans l'eau, les éléments figurés peuvent être concentrés dans un très faible volume pour en confectionner des préparations dont l'examen sous microscope apporte les informations sur son origine botanique, son origine géographique, son mode d'extraction, sa souillure éventuelle par des matières insolubles dans l'eau, son état de conservation et son degré de filtration.

L'identification des pollens, des spores de champignons et autres éléments figurés d'origine végétale renseigne sur l'origine botanique et géographique du miel.

La mesure ou la simple estimation du volume de culot de centrifugation permet d'obtenir des informations sur le mode d'extraction et le degré de filtration du miel.

L'abondance relative des levures renseigne sur l'état de conservation du miel, quand à l'abondance relative des poussières atmosphériques, des particules minérales, des fragments d'insectes ou des grains d'amidon renseigne sur la pureté du miel (Anonyme, 1977).

3.3.1. Méthode classique

La technique d'extraction et de montage des pollens a été codifiée par la Commission Internationale de Botanique Apicole sous la forme suivante:

10 g de miel sont mis en solution dans l'eau chaude (< 40°c) et centrifugé à 3000 tours/minutes pendant 10 minutes. Le culot de centrifugation est prélevé, déposé sur lame, séché, inclus dans la glycérine gélatinée et recouvert d'une lamelle. Après solidification complète du milieu, la préparation est lutée au baume du Canada (LOUVEAUX, MAURIZIO et VORWOHL, 1970).

Ces mêmes auteurs recommandent, pour les miels riches en colloïdes, de centrifuger non pas dans l'eau distillée mais dans l'eau acidulée (5 g d'acide sulfurique par litre d'eau distillée) afin de permettre la dissolution d'une grande partie de ces colloïdes. Le culot doit être rincé à l'eau distillée par une nouvelle centrifugation pour éliminer l'acide qui pourra se concentrer dangereusement lors du séchage du frottis.

Une autre méthode préconisée par LOUVEAUX, A.MAURIZIO, VORWOHL (1970), P.M.LUTIER et B.E.VAISSLERE (1993) consiste à l'élimination de la plus grande partie des colloïdes ainsi que des petites particules qui gênent l'observation des grains de pollens par la filtration du sédiment mis en suspension dans l'eau sur un filtre Millipore de porosité 3 ou 5 i. Le pollen restant sur le filtre est lavé, filtré puis le sédiment est inclut comme décrit plus haut.

Bien que ces techniques donnent satisfaction dans presque tous les cas, il semble que de nouveaux progrès soient possibles. En effet, d'après LOUVEAUX (1968), les préparations

obtenues présentent très souvent deux défauts: elles manquent de clarté, ce qui rend plus difficiles les observations, et elles se conservent mal.

3.3.2. Méthode d'acétolyse

Jusqu'à 1970, la Commission Internationale de Botanique Apicole de l'U.I.S.B, ne mentionne pas l'acétolyse du miel parmi les méthodes de Mélisso-palynologie.

En 1967, VORWHOL exclut l'acétolyse des méthodes d'analyse du miel comme prenant trop de temps et provoquant la destruction d'éléments figurés accessoires tels que les algues, levures, morceaux d'insectes intéressant pour l'étude du miel (GADBIN, 1979).

Les arguments de VORWHOL demeurent valables pour l'étude des divers composants du miel, mais en Mélisso-palynologie plusieurs faits ont rendu nécessaire l'application des méthodes de traitement acétolytique mises au point par ERDTMAN (1936, 1943, 1952 et 1960).

L'acétolyse seule, permet par la clarification des structures de la paroi pollinique qu'elle opère, une observation assez fine permettant la détermination des formes polliniques et l'identification des taxons inconnus et douteux (GADBIN, 1979). Ce type de traitement permet une bonne conservation des préparations.

La méthode de l'acétolyse peut se schématiser ainsi:

- Déshydratation du matériel par l'acide acétique pur.
- Traitement au bain-marie du matériel dans un mélange des parties d'anhydride acétique et d'une partie d'acide sulfurique.
- Lavages multiples par centrifugation.

3.4. L'analyse sensorielle :

C'est une technique qui fait appel tout d'abord au sens de l'observation (couleur, propreté, homogénéité de la masse, défaut éventuel de cristallisation etc...), on procède ensuite à un examen olfactif qui permet de déceler les odeurs et les arômes. Enfin, la dégustation permet d'apprécier les saveurs du miel, d'en percevoir les différentes composantes (goût sucré, acidité ou amertume) on peut aussi, de cette façon apprécier éventuellement la finesse de la cristallisation (GONNET et VACHE, 1985).

Selon leurs origines, les différents miels présentent des caractères visuels, olfactifs, gustatifs et tactiles particulièrement diversifiés. L'examen organoleptique d'un produit est la fiche descriptive donnée par l'ensemble des perceptions sensorielles ressenties par le consommateur. Il peut ainsi apprécier ses qualités essentielles mais aussi ses défauts. Il ne remplace cependant pas les examens physico- chimiques et botaniques mais intervient pour

confirmer une appellation. Ces analyses sont réalisées dans des pièces inodores, climatisées à 20 °C, 60 % d'humidité et en lumière diurne. Les dégustateurs travaillent loin des repas et ne doivent pas porter d'odeurs avec eux. Le miel étudié est versé dans un verre à pied.

3.4.1. La Couleur

La couleur se détermine généralement par comparaison entre la couleur de l'échantillon et celle d'une gamme de couleur de référence (Procédé Lovobond) ou par analyse de l'intensité lumineuse perçue au travers de deux prismes, l'un coloré servant de référence et l'autre de forme identique contenant l'échantillon de miel à analyser (procédé Pfund, color grader), l'intensité de la coloration s'exprime, pour le procédé Lovibond, par la désignation du numéro de filtre de référence (N° allant de 30 à 850). Pour le procédé Pfund, on utilise une mesure métrique, correspondant au déplacement lors de l'examen, du chariot portant les prismes dans l'appareil, exprimé en millimètre (1,1 à 14). Il existe une table de comparaison des deux mesures ou 1,1 Pfund correspond à des miels pratiquement incolores, 850L. ou l4p. à des miels presque noirs.

3.4.2. La Granulation

White et al. (1962), ont établi une échelle de granulométrie qui présente une hiérarchie de cristallisation allant de 0 (miel totalement liquide) à 9 (cristallisation complète et dure). Les cristaux peuvent être facilement observés à l'aide d'un polarimètre ou simplement entre deux feuilles de plastique Polaroïd, cependant, la cristallisation du miel est généralement appréciée par analyse sensorielle.

En ce cas elle est simplement qualifiée de: très fine, fine, assez grossière, homogène, irrégulière, etc... Appréciation laissée à la discrétion de l'observateur.

4. Qualité du miel et normes internationales :

4.1. La qualité du miel :

Un miel de qualité doit être un produit sain, extrait dans de bonnes conditions d'hygiène, conditionné correctement, qui a conservé toutes ses propriétés d'origine et qui les conservera le plus longtemps possible. Il ne doit pas être adultéré et doit contenir le moins possible (peut-on encore dire pas du tout) de polluants divers, antibiotiques, pesticides, métaux lourds ou autres produits de notre civilisation industrielle (SCHWEITZER 2004).

4.1.1. Facteurs essentiels de composition et de qualité :

Le miel vendu en tant que tel ne doit pas contenir d'ingrédient alimentaire, y compris des additifs alimentaires, et seul du miel pourra y être ajouté. Le miel ne doit pas avoir de matière, de goût, d'arôme ou de contamination inacceptable provenant de matières étrangères absorbées durant sa transformation et son entreposage. Le miel ne doit pas avoir commencé à fermenter ou être effervescent. Ni le pollen ni les constituants propres au miel ne pourront être éliminés sauf si cette procédure est inévitable lors de l'élimination des matières inorganiques ou organiques étrangères.

-Le miel ne doit pas être chauffé ou transformé à un point tel que sa composition essentielle soit changée et/ou que sa qualité s'en trouve altérée.

- Aucun traitement chimique ou biochimique ne doit être utilisé pour influencer la cristallisation du miel (CODEX STAN 1981).

4.1.2. Les normes internationales relatives aux miels :

Les normes internationales concernant le miel sont spécifiées dans une directive européenne relative au miel et dans la norme pour le miel du *Codex Alimentarius* qui font tous deux actuellement l'objet d'une révision.

Vu qu'aujourd'hui on utilise des méthodes d'analyse à la fois nouvelles et plus performantes, il est nécessaire de revoir les normes qui s'appuient sur ces nouvelles méthodes (BOGDANOV 1999).

-Projets du Codex *Alimentarius* et de l'*UE* relatifs aux normes pour le miel

Cette norme valable pour le commerce international du miel devra être respectée par tous les gouvernements. Les critères spécifiques relatifs à la composition du miel de qualité (tableau n°8) n'ont par contre pas force de loi et les partenaires commerciaux sont libres de les appliquer (BOGDANOV 1999).

Tableau 8: Norme concernant la qualité du miel selon le projet CL 1998/12-S du Codex Alimentarius et selon le projet de l'UE 96/0114 (CNS)

Critères de qualité	Projet du Codex-	Projet de l'UE
Teneur en eau Général Miel de bruyère, de trèfle Miel industriel ou miel de pâtisserie	 ≤ 21 g/100g ≤ 23 g/100g ≤ 25 g/100g	 ≤ 21 g/100g ≤ 23 g/100g ≤ 25 g/100g
Teneur en sucres réducteurs Miels qui ne sont pas mentionnés ci-dessous Miel de miellat ou mélanges de miel de miellat et de nectar *Xanthorrhoea pr.*	 ≥ 65 g /100 g ≥ 45 g /100 g ≥ 53 g /100 g	 ≥ 65 g /100 g ≥ 60 g /100 g ≥ 53 g /100 g
Teneur en saccharose apparent Miels qui ne sont pas mentionnés ci-dessous *Robini, Lavandula, Hedysarum, Trifolium, Zitrus, Medicago, Eucalyptus cam., Eucryphia luc. Banksia menz.** *Calothamnus san., Eucalyptus scab., Banksia gr.,Xanthorrhoea pr.* Miel de miellat et mélanges de miel de miellat et de nectar	≤ 5 g/100 g ≤ 10 g/100 g ≤ 15 g/100 g	≤ 5 g/100 g ≤ 10 g/100 g -
Teneur en matières insolubles dans l'eau Général Miel pressé	 ≤ 0,1 g/100 g ≤ 0,5 g/100 g	 ≤ 0,1 g/100 g ≤ 0,5 g/100 g
Teneur en matières minérales (cendres) Miel de miellat ou mélanges de miel de miellat et de nectar, miel de châtaignier	≤ 0,6 g/100 g ≤ 1,2 g/100 g	≤ 0,6 g/100 g ≤ 1,2 g/100 g
Acidité	≤ 50 meq/kg	≤ 40 meq/kg
Activité diastasique, (indice diastasique en unités de Schade) Après traitement et mise en pot (Codex) Tous les miels du commerce (UE) Général Miels avec une teneur enzymatique naturellement faible	 ≥ 8 ≥ 3	 ≥ 8 ≥ 3
Teneur en hydroxyméthylfurfural Après traitement et mise en pot (Codex) Tous les miels du commerce (UE)	≤ 60 mg/kg	≤ 40 mg/kg

Tableau 9. Teneur en sucre et conductivité électrique: Proposition d'une nouvelle norme BOGDANOV et al. (2001)

Nouveaux critères de qualité proposés	**Valeur proposée**
Teneur en sucre	
Somme du fructose et du glucose	
Miel de nectar	≥ 60 g / 100 g
Miel de miellat ou mélanges de miel de miellat et de nectar	≥ 45 g / 100 g
Saccharose	
Miels qui ne sont pas énumérés ci-dessous	≤ 5 g/ 100 g
Banksia, Zitrus, Hedysarum, Medicago, Robinia, Rosmarinus	≤ 10 g/ 100 g
Lavandula	≤ 15 g/ 100 g
Conductivité électrique	
Miel de nectar à l'exception des miels énumérés ci-dessous et des mélanges de ceux-ci; mélanges de miel de miellat et de nectar.	≤ 0,8 mS/cm
Miel de miellat et de chataîgnier, à l'exception des miels énumérés ci-dessous et des mélanges de ceux-ci.	≥ 0,8 mS/cm
Exceptions: *Banksia, Erika, Eucalyptus, Eucryphia, Leptospermum, Melaleuca, Tilia.*	

Partie Expérimentale

Quatrième Chapitre

Matériels et méthodes

Chapitre. IV. Matériels et méthodes

1. Choix des échantillons de miel

Nous avons travaillé sur 9 échantillons de miel des années 2008 et 2009 provenant de différentes régions de la wilaya de Djelfa et 1 échantillon provenant de la région de la Mitidja et 4 autres échantillons des miels importés, à chaque échantillon, il à été attribué un code désignant :

- l'origine géographique du miel ;
- l'origine florale présumée ;
- la date de récolte ;
- mode d'extraction.

Tableau 10: Présentation des échantillons du miel étudiés

	N° de l'échantillon	Date de récolte	Lieu de récolte	Origine florale présumée	Type d'extraction
Miels locaux	**01**	Aout 2008	*Messâad (Oued Djdey)*	Jujubier	Mécanique
	02	Avril 2009	*Messâad (El gahera)*	Toutes fleurs	Manuel
	03	Juin 2008	*Aïn Ouassara (Sersou)*	Toutes fleurs	Mécanique
	04	Juin 2008	*Aïn el-bel*	Toutes fleurs	Manuel
	05	Juin 2008	*Aïn Ouassara (Sersou)*	Toutes fleurs	Mécanique
	06	Juin 2009	Messâad (Tamdit)	Toutes fleurs	Mécanique
	07	Juin 2009	*Messâad (Mlaga)*	Les épineux	Mécanique
	08	Juin 2009	*Hassi bahbah*	Toutes fleurs	Mécanique
	09	Mai 2009	*Aïn Ouassara (Sersou)*	Toutes fleurs	Mécanique
	10	Juin 2009	*Mitidja (Boufarik)*	Les agrumes	Mécanique
Miels importés	**11**	Juin 2008	*Espagne*	Toutes fleurs	Mécanique
	12	Juin 2008	*Arabie saoudite*	Toutes fleurs	Mécanique
	13	Juin 2008	*Inde*	Toutes fleurs	Mécanique
	14	Juin 2008	*Mali*	Toutes fleurs	Mécanique

2. Le Protocole expérimental

Nous avons adopté le protocole expérimental présenté au niveau de l'organigramme ci après :

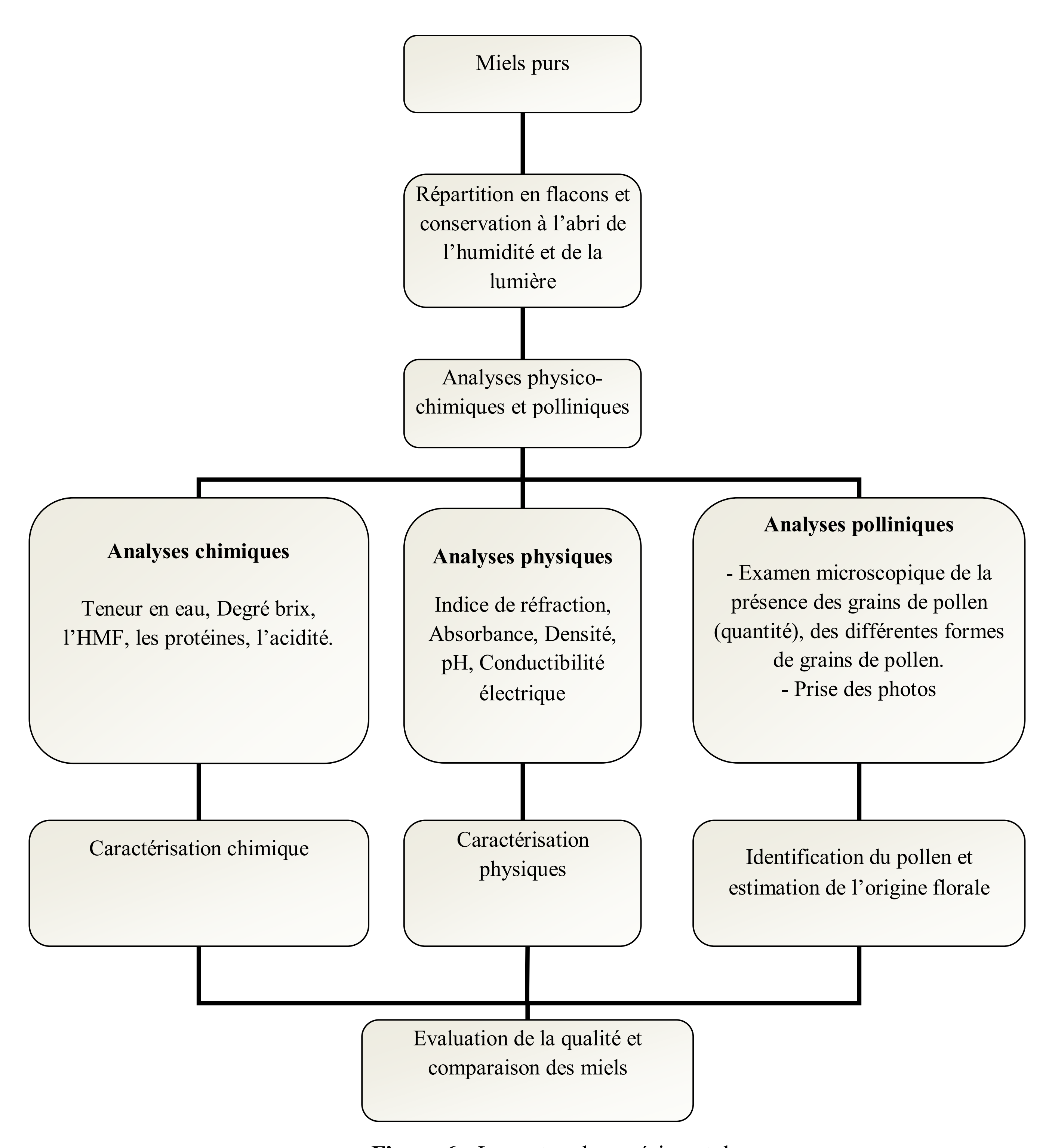


Figure 6 : Le protocole expérimental

3. Analyse physique

3.1. La densité

La densité est obtenue en calculant le quotient de la masse volumique d'un miel et de la même masse volumique d'eau distillée.

On pèse 5 mg d'eau distillée et on note le poids, également pour l'échantillon à analyser dont on note le poids aussi, La densité est exprimée par la relation:

$$D = M / M'$$

Où:

M : Masse du volume du miel;

M' : Masse de même volume d'eau distillée.

3.2. Le pH

Selon LOUVEAUX (1985), le pH est mesuré en solution dans l'eau à 10%, à l'aide d'un pH-mètre. (figure 7 et 8)

Le pH (ou potentiel hydrogène ou indice de Sorënsen) est défini comme le cologarithme de la concentration en ions H dans une solution. Pour le miel, c'est un indice de la « réactivité acide » du produit.

Le miel est mis en solution à 10 % dans l'eau distillée. Il suffit de plonger la pointe de l'électrode dans le liquide la valeur du pH s'affiche au potentiomètre au centième d'unité. Le pH-mètre doit être étalonné avant son utilisation à. l'aide des solutions tampons (de 7 et 4 par exemple).



Figure 7 : Préparation des Solutions du miel



Figure 8 : Le pH-mètre utilisé

3.3. La conductibilité électrique

Selon LOUVEAUX (1985), la mesure de la conductibilité électrique se fait au moyen d'un conductimètre dans une solution de miel à 20 % de matière sèche (figure n° 9). On opère à 20°C. La mesure est rapide, mais la préparation de la solution exige une pesée précise et une mesure de la teneur en eau.

Cette méthode a pour objet de vérifier si la valeur de la conductivité électrique du miel analysé est compatible avec son appellation florale.

Pour la mesure de la conductibilité électrique, il suffit de préparer une solution à 20% de miel avec de l'eau distillée, puis plonge la pointe de l'électrode du conductimètre électrique.

Lire directement sur l'écran la valeur de la conductivité électrique.



Figure 9 : Le conductimètre électrique utilisé

3.4. L'absorbance

La mesure de l'absorbance a été faite selon la méthode de la FAO (1969). Peser 5g de miel et dissoudre dans 100 ml d'eau distillée pour une solution de 5% de concentration. La mesure de l'absorbance est réalisée à l'aide d'un spectrophotomètre à 575 nm après avoir étalonner l'appareil avec de l'eau distillée.

4. Analyse chimique

4.1. Teneur en eau

Selon LOUVEAUX (1982), la mesure de la teneur en eau se fait très simplement au moyen d'un refractomètre. Le miel à analyser doit être parfaitement liquide.

La goutte de miel est déposée sur la platine du prisme d'un réfractomètre de type Abbé à thermomètre incorporé et répartie en couche mince. La lecture est faite à travers l'oculaire au niveau de la ligne horizontale de partage entre une zone claire et une zone obscure. Cette ligne coupe une échelle verticale graduée directement en pourcentage d'humidité dans le miel. La température du prisme est notée.

En se rapportant au Tableau de CHATAWAY (1932) (tableau n°6), nous obtenons le pourcentage d'eau correspondant à l'indice de réfraction à 20°C.



Figure 10 : Refractomètre spécial pour le miel

4.2. Degré brix

Grâce à la méthode de réfractométrie, on peut évaluer le taux de matière sèche.

La lecture est faite sur l'échelle qui indique la teneur en matière sèche ou degré brix qui se trouve en parallèle avec l'échelle de l'indice de réfraction.

4.3. Dosage des protéines

Le dosage de protéine s'effectue selon la méthode de BIURET, en réalisant la gamme d'étalonnage à partir d'une solution étalon en SAB de 10g/L. (voir annexe n° 3)

A partir d'une solution de 10% de miel, 1 ml est versé dans un tube à essai, et on ajoute 4 ml de réactif de Gornall, on met le mélange dans une cuvette au spectrophotomètre réglé à une longueur d'onde λ = 540 nm. Le spectrophotomètre doit être étalonné par une solution composée par 4 ml de réactif de Gornall et 1 ml d'eau physiologique (comme blanc).

La teneur en protéine est exprimée comme suite :

$$Q = A \times 2.163 \times 10$$

A : absorbance, 2.163 : le coefficient de correction retiré à partir la courbe d'étalonnage.

4.4. La détermination de l'acidité

L'acidité libre est obtenue en traçant la courbe de neutralisation du miel par une solution d'hydroxyde de sodium et la détermination du pH du point équivalent.

Pour cela, 5g de miel sont pesé et dissout dans quelques millilitres d'eau distillée et la solution est amenée à un volume de 50 ml dans une fiole jaugée. Avec une pipette, 25 ml sont prélevés et versés dans un bécher. Le liquide est agité à l'aide d'un agitateur magnétique puis dosé à l'aide d'un potentiomètre avec l'hydroxyde de sodium à 0,05 N. Le pH doit être noté immédiatement après chaque addition d'hydroxyde de sodium.

Lorsque les variations de pH deviendront minimes, pH compris entre 8,5 et 9, le volume de l'hydroxyde de sodium versé dans le bécher doit être calculé pour déterminer l'acidité libre.

L'acidité libre est exprimée en milliéquivalent d'hydroxyde de sodium nécessaire pour porter le pH au point équivalent E, pour 1000 grammes de miel.

$$\text{Acidité libre} = \frac{1000 \times V \times N}{M}$$

Où:

V : le volume en milliéquivalents d'hydroxyde de sodium verse pour atteindre le pH du point équivalent (E) lors de la neutralisation du miel;

N : la normalité de l'hydroxyde de sodium (0,05);

M : prise d'essai (5 g).

4.5. La détermination de la teneur en HMF :

L'HMF est un dérivé de déshydratation des sucres ; qui apparaît par réaction chimique naturelle lors du vieillissement ou du chauffage des miels.

L'analyse a été effectuée selon la méthode de WINKLER parue dans le rapport de la commission international du miel (2002). Cette mesure de la teneur en HMF est basée sur la mesure de l'absorbance de cette molécule par spectrophotométrie réglée à une longueur d'onde de 550nm, en présence d'acide barbiturique et de la paratoluidine.

Dans une fiole jaugée de 100 ml, on dissout 500 mg d'acide barbiturique dans 70 ml d'eau distillée au bain marie, on refroidit et en complète avec de l'eau distillée jusqu'au trait de jauge.

Solution de paratoluidine :

Dans une fiole jaugée de 250 ml, on dissout 25 g de paratoluidine dans 50 ml de isopropanole, on ajoute 25 ml d'acide acétique cristallisable puis on complète jusqu'au trait de jauge avec le isopropanole.

Laisser la solution de paratoluidine à l'obscurité 24 heures avant son utilisation.

Dissoudre 2 g de miel dans 10 ml d'eau distillée (2tubes par échantillon).

Le dosage est réalisé selon le tableau suivant :

Essai Réactifs	Tube d'essai	Tube témoin
Solution de miel	1 ml	1 ml
Réactif de la paratoluidine à 10%	2,5 ml	2,5 ml
Solution d'acide barbiturique à 0,5%	0,5 ml	-
Eau distillée	-	0,5 ml

La préparation du tube à essai ne doit pas dépasser deux minutes.

Expression des résultats :

L'absorbance d'essai est mesurée par rapport au blanc à 550 nm dans les trois à quatre minutes en maximum.

La teneur en HMF est exprimée en mg pour 1 kg de miel, elle est donnée par la formule suivante :

HMF (mg/kg)= (192 x A x 10) / prise d'essai en g

Dont :

192 : facteur de dilution et coefficient d'extinction, obtenue expérimentalement à partir de l'HMF pur. A : absorbance.

5. Analyse pollinique

L'analyse pollinique des miels donne une information précise sur les principales plantes mellifères et permet de caractériser les miels par leur origine botanique ou géographique. Elle apporte des informations importantes sur le comportement de butinage des abeilles. Par ailleurs, la teneur en pollen des miels permet de contrôler leur qualité, augmentant ainsi leur valeur économique.

Méthode classique

Nous avons utilisé la méthode classique donnée par LOUVEAUX et al. (1970), 10 g de miel (pesés exactement à 0,1 g près) sont dissous dans 20 ml d'eau chaude (ne pas dépasser 40 °C). La solution obtenue est centrifugée pendant cinq minutes et le liquide restant est séparé du sédiment; le liquide peut être versé ou aspiré. Pour une meilleure élimination des sucres du miel il est recommandé de reprendre le dépôt par 10 ml d'eau distillée, de le transvaser dans un tube à centrifugation plus petit et de centrifuger à nouveau pendant cinq minutes.

On porte le dépôt (au moyen d'une anse de platine ou d'une fine baguette de verre), autant que possible de façon quantitative, sur une lame porte-objet et on le répartit sur une surface d'environ 20 X 20 mm.

Après séchage (plus avantageusement à la chaleur mais sans excéder 40 °C) on l'inclut dans la glycérine-gélatine et on recouvre d'une lamelle. La glycérine-gélatine est préalablement liquéfiée au bain- marie à 40 °C (MAURIZIOU, 1970).

La détermination de l'origine géographique et de l'origine botanique repose sur l'identification des pollens et des autres constituants du sédiment d'un miel ainsi que sur leur dénombrement. L'identification se fait avec l'aide des données tirées des publications spécialisées comme ceux de Mm NAAS. O (2006), et au moyen de préparations de comparaison. (Voir les figures 11 à 15)



Figure 11: Centrifugeuse de type SIGMA



Figure 12: Les calibres de la Centrifugeuse



Figure 13: Solution du miel après centrifugation (le dépôt de pollens)



Figure 14 : Lames préparées et séchées



Figure 15 : Microscope optique a appareil photo numérique

6. Analyse statistique :

Dans l'analyse statistique nous sommes basé sur l'analyse de la variance (ANOVA), à travers cette analyse, nous avons essayé de comparer entre les différents échantillons du miel, ainsi entre les miels locaux et les introduits.

Lors de cette analyse, nous avons établi le test de NEWMAN-KEULS, qui est un test de comparaison de moyennes par paires, pratiqué à l'issue d'une ANOVA. (Annexe n°2)

Pour cela nous avons utilisé le logiciel de Statistica version 6.1.

Cinquième Chapitre

Résultats et discussions

Chapitre. V. Résultats et discussions

1. L'analyse physique

1.1. La densité :

L'examen du tableau n° 11 nous révèle les densités des miels pris en échantillons pour notre étude, nous remarquons ainsi que la densité des 14 échantillons de miel analysés est comprise entre 1.41 et 1.49.

Tableau 11 : Valeurs de la densité des échantillons du miel:

	N° Ech	Densité	Origine florale
Miels locaux	1	1.49	Jujubier
	2	1.41	Toutes fleurs
	3	1.42	Toutes fleurs
	4	1.43	Toutes fleurs
	5	1.44	Toutes fleurs
	6	1.47	Toutes fleurs
	7	1.46	Les épineux
	8	1.46	Toutes fleurs
	9	1.45	Toutes fleurs
	10	1.45	Les agrumes
importés	11	1.44	Toutes fleurs
	12	1.43	Toutes fleurs
	13	1.46	Toutes fleurs
	14	1.45	Toutes fleurs
Moyenne		**1.45**	
E. Type		**0.02**	
Var		**0.0004**	

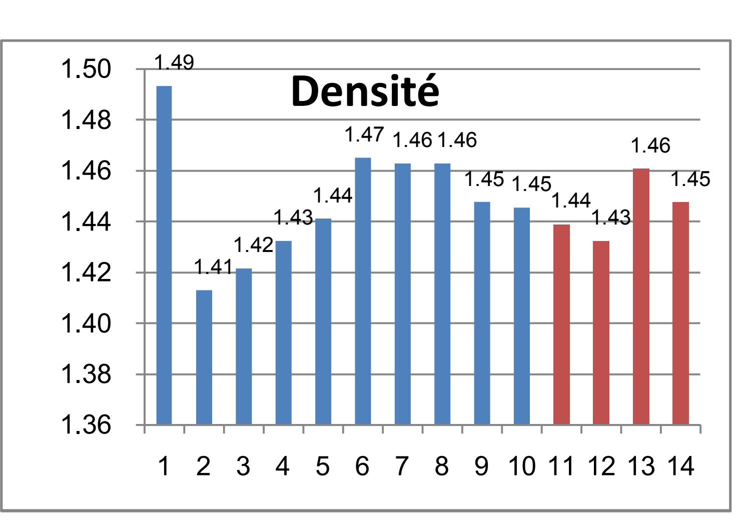


Figure 16 : Représentation graphique des valeurs de la densité

De là nous pouvons dire que tous les échantillons de miel répondent aux normes préconisées par l'Association française de normalisation et qui sont de 1.39 à 1.41 jusqu'à 1.52. LOUVEAUX (1985), indique que les variations de la densité des miels proviennent surtout des variations de la teneur en eau. Plus un miel est riche en eau et moins il est dense, c'est ainsi que l'échantillon 1 présente le miel le plus dense à 1.49 avec une teneur en eau la plus faible soit 13.10%.

En revanche, on observe que l'échantillon 2 est le moins dense avec une densité de 1.41, ce miel présente une teneur en eau de 18.50%.

L'analyse de la variance relative à la densité des miels des différents échantillons montre une différence hautement significative ($p \leq 0.01$) entre les différents miels. (Voir l'annexe n° 1)

Tandis qu'elle ne montre aucune différence significative entre les miels locaux et les miels importés.

1.2. Le pH :

Les résultats issus de cette analyse nous donnent indication sur la réaction acide des miels analysés. Les valeurs du pH sont présentées dans le tableau ci-dessous.

Tableau 12 : Les valeurs du pH obtenues:

	N° Ech	pH	Origine florale
Miels locaux	1	4.32	Jujubier
	2	4.07	Toutes fleurs
	3	4.24	Toutes fleurs
	4	3.91	Toutes fleurs
	5	3.56	Toutes fleurs
	6	4.06	Toutes fleurs
	7	4.07	Les épineux
	8	4.21	Toutes fleurs
	9	3.89	Toutes fleurs
	10	3.57	Les agrumes
importés	11	4.82	Toutes fleurs
	12	3.82	Toutes fleurs
	13	4.23	Toutes fleurs
	14	5.25	Toutes fleurs
Moyenne		**4.14**	
E. Type		**0.45**	
Var		**0.2034**	

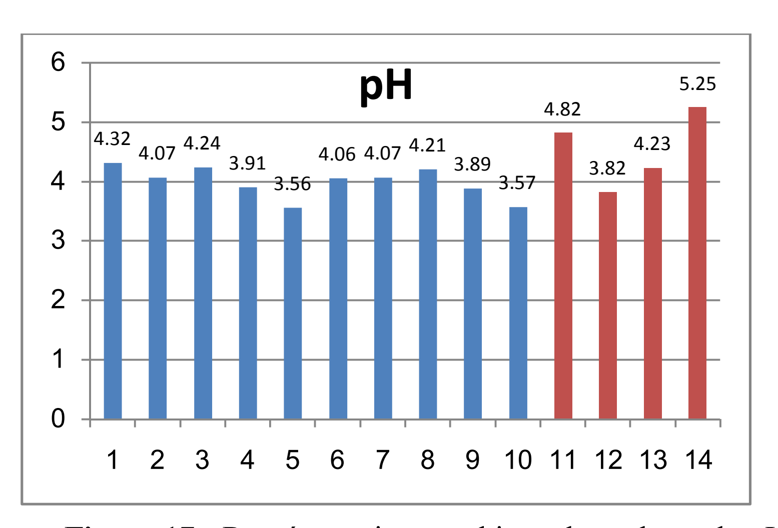


Figure 17 : Représentation graphique des valeurs du pH

Les valeurs du pH de nos échantillons de miel miels oscillent entre 3.56 et 5.25 avec une moyenne de 4.14. Donc touts les miels étudiés sont acides.

DONADIEU (1984), et GONNET (1982), signale que le miel est acide, son pH est en moyenne entre 3.5 et 6. Le pH d'un miel est en relation avec la quantité d'acides ionisables qu'ils renferment (ions H^+), ainsi de sa composition minérale.

GONNET (1986), ajoute que le pH est une mesure qui permet la détermination de l'origine florale du miel. Ainsi les miels issus de nectar ont un pH compris entre 3.5 et 4.5, par contre ceux provenant des miellats sont compris entre 5 et 5.5.

Nous remarquons ainsi que les échantillons 14 et 11, ont un pH de 5.25 et 4.82 respectivement, ces échantillons représentent les miels importés, et peuvent être issus des mélanges de nectar et de miellat. Les autres échantillons sont tous, des miels de nectar selon les normes préconisées par GONNET (1986).

Le même auteur, affirme qu'un pH faible de l'ordre de 3.5 pour un miel, prédétermine un produit « fragile » pour la conservation duquel faudra prendre beaucoup de précautions. Par contre un miel à pH 5 ou 5.5 se conservera mieux et plus longtemps.

Une relation indirecte peut apparaître entre le pH et la conductibilité électrique des miels, et nous avons trouvé que les miels ont une CE élevée, enregistrent un pH élevé, cette relation peut donner une idée sur l'origine des miels.

L'analyse de la variance du pH montre une différence très hautement significative ($p \leq 0.001$) entre les différents échantillons expérimentés, tandis qu'elle montre une différence significative ($p \leq 0.05$) entre les miels locaux et les miels importés.

Comparativement aux normes préconisées relatives au pH des miels, nous pouvons conclure que les miels locaux sont des miels de nectar, tandis que les miels introduits contiennent une quantité de miellat.

1.3. La Conductibilité électrique

Les résultats issus de cette analyse sont portés sur le tableau N° 13. Les valeurs de la conductibilité électrique obtenues comprises entre 2.23 et 7.60, avec une moyenne de 4.02 $\times 10^{-4}$ s/cm.

Ces valeurs correspondent à ceux rapportées par le *Codex*, ces dernières ne dépassent pas 8×10^{-4} s/cm pour les miels de nectar, et n'abaissent pas moins de 8×10^{-4} s/cm pour les miels de miellat.

GONNET (1982), signale que les miels foncés sont les plus riches en matières minérales ionisables, donc bon conducteur de courant. LOUVEAUX (1976), affirme que les sels sont apportés par le pollen, par le nectar des fleurs ou par les miellats.

Nous remarquons que les échantillons 14 (CE= 7.60×10^{-4} s/cm) et 13 (CE= 7.01×10^{-4} s/cm) sont des miels importés, peuvent contenir une certaine quantité du miellat, ils sont les plus foncés (allant à la couleur noire), ces miels sont les meilleurs conducteurs du courant électrique.

Tableau 13 : Les valeurs de la conductibilité électrique :

	N° Ech	CE $\times 10^{-4}$ s/cm	Origine florale
Miels locaux	1	4.80	Jujubier
	2	3.55	Toutes fleurs
	3	4.68	Toutes fleurs
	4	4.00	Toutes fleurs
	5	2.92	Toutes fleurs
	6	3.89	Toutes fleurs
	7	2.93	Les épineux
	8	3.25	Toutes fleurs
	9	2.23	Toutes fleurs
	10	2.53	Les agrumes
importés	11	3.76	Toutes fleurs
	12	3.14	Toutes fleurs
	13	7.01	Toutes fleurs
	14	7.6	Toutes fleurs
Moyenne		**4.02**	
E. Type		**1.58**	
Var		**2.4843**	

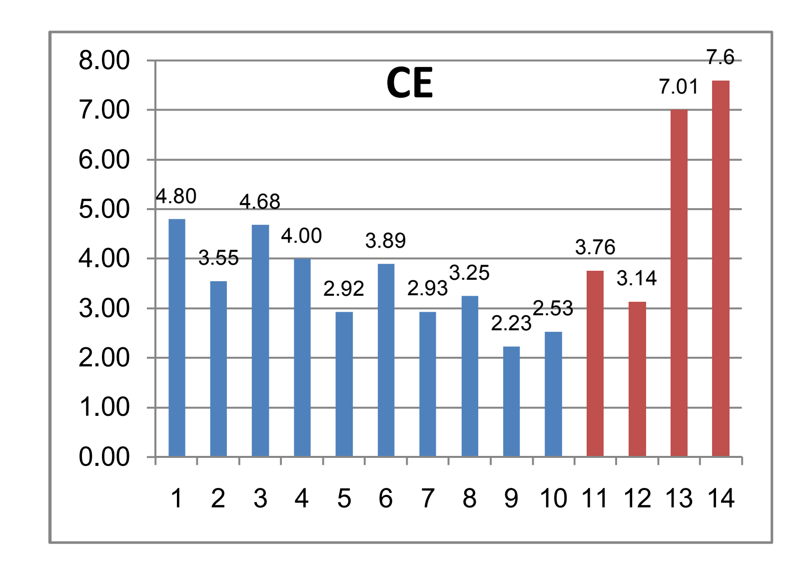


Figure 18 : Représentation graphique des valeurs de la conductibilité électrique

Nous remarquons par contre que les autres échantillons sont des miels de nectar, ils sont les plus clairs et conduisent relativement mal le courant.

Dans ce conteste, GONNET, (1986), affirme que la conductibilité électrique du miel apporte une indication précieuse dans la définition d'une appellation, les miels issus de nectar ont une CE allant de 1 à 5 $\times 10^{-4}$ s/cm, et ceux issus de miellats de 10 à 15 $\times 10^{-4}$ s/cm, par contre, les valeurs médianes correspondent souvent à des mélanges naturels des deux origines.

Donc, nous pouvons conclure que tous nos miels sont des miels de fleurs, excepté les échantillons importés n° 14 et 13 qui présentent des valeurs médianes, donc ils s'agissent d'un mélange de nectar et de miellat. Nous remarquons ainsi au niveau de l'analyse statistique relative à la CE une différence significative ($p \leq 0.05$) entre les miels locaux et les miels introduits. (Annexe n°1)

1.4. L'absorbance

Le tableau ci-après, nous donne les valeurs de la teneur de l'absorbance obtenue des différents échantillons et qui varie de 0.045 à 0.292 avec une moyenne de 0.097.

Les échantillons 14 et 13, qui sont des miels importés, présentent respectivement une absorbance de 0.292 et 0.144, cela est dû à leur couleur très foncée. Cette couleur pourra être expliquée par la présence de certaine quantité de miellat.

WHITE et al (1962), cités par CHAUVIN (1968), et LOUVEAUX (1968), indique que la couleur du miel est liée à la teneur en matière minérale et en protéines. Ainsi les miels foncés sont plus riches en cendres, en protéines, et en colloïdes.

Tableau 14 : Classement des valeurs de l'absorbance:

	N° Ech	Abs	Origine florale
Miels locaux	1	0.101	Jujubier
	2	0.106	Toutes fleurs
	3	0.053	Toutes fleurs
	4	0.120	Toutes fleurs
	5	0.062	Toutes fleurs
	6	0.074	Toutes fleurs
	7	0.066	Les épineux
	8	0.058	Toutes fleurs
	9	0.045	Toutes fleurs
	10	0.069	Les agrumes
importés	11	0.079	Toutes fleurs
	12	0.084	Toutes fleurs
	13	0.144	Toutes fleurs
	14	0.292	Toutes fleurs
Moyenne		**0.097**	
E. Type		**0.062**	
Var		**0.0039**	

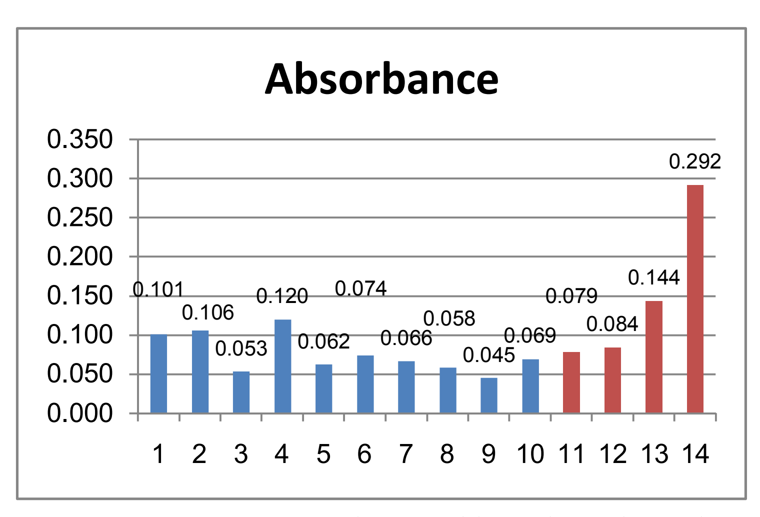


Figure 19 : Représentation graphique des valeurs de l'absorbance

La comparaison des moyennes de l'absorbance ne montre pas une différence significative entre les différents échantillons de miel. Tandis qu'elle montre une différence significative ($p \leq 0.05$) entre les miels locaux et les miels introduits. Nous pouvons expliquer cette différence par :

- L'origine du miel, nectar ou miellat,
- L'espèce végétale dont provient ce miel ;
- La composition chimique et notamment la concentration en cendres et la teneur en protéines.

2. L'analyse chimique

2.1. La teneur en eau

Après avoir rapporté les indices de réfraction obtenus à la table de CHATAWAY (tableau n°5), nous avons obtenus les résultats suivants classés dans le tableau ci-après.

Tableau 15 : Les valeurs de la teneur en eau des échantillons de miel:

	N° Ech	Eau%	Origine florale
Miels locaux	1	13.10	Jujubier
	2	18.50	Toutes fleurs
	3	16.20	Toutes fleurs
	4	18.20	Toutes fleurs
	5	16.00	Toutes fleurs
	6	17.40	Toutes fleurs
	7	14.30	Les épineux
	8	15.10	Toutes fleurs
	9	15.80	Toutes fleurs
	10	18.80	Les agrumes
importés	11	18.90	Toutes fleurs
	12	18.00	Toutes fleurs
	13	17.80	Toutes fleurs
	14	17.30	Toutes fleurs
Moyenne		**16.81**	
E. Type		**1.78**	
Var		**3.1644**	

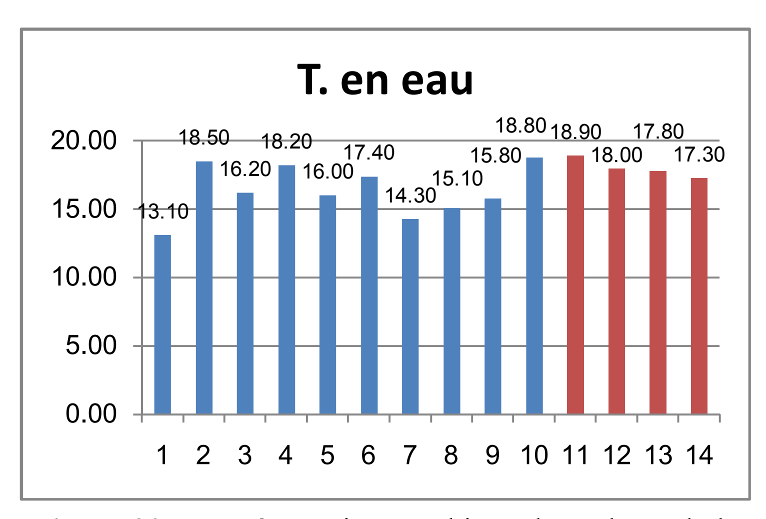


Figure 20 : Représentation graphique des valeurs de la teneur en eau

Nous remarquons que la teneur en eau de nos échantillons du miel varie de 13.10 à 18.90, avec une moyenne de 16.81. Ces valeurs se situent bien dans l'intervalle préconisé par le *Codex alimentarius*, et qui ne dépasse pas 21% en général, et ne dépasse pas 25% pour les miels industriels. Selon CHAUVIN (1968), les miels commercialisés ont une teneur en eau très variées, allant de 14 à 25, l'optimum se situe en 17 et 18.

La teneur en eau est une donnée très importante à connaitre, car elle conditionne la qualité du miel, en effet seuls les miels dont la teneur en eau est inférieur à 18% sont bon à conserver (GONNET, 1982).

Les valeurs enregistrées de nos miels n'excèdent pas cette norme excepté les échantillons 11, 10, 2, et 4, qui présentent les plus élevées, soit 18.90%, 18.80%, 18.50%, 18.20% respectivement. Ceci pourra être expliqué par :

- une récolte précoce de ce miel, c'est-à-dire avant leur maturation. C'est le cas de l'échantillon 2 qui est récolté au mois d'avril 2009, avant la maturation et l'operculation totale.

- le nombre de jours que ces miels ont passé dans les maturateurs.

- une extraction dans un milieu humide. LOUVEAUX (1968), et PROST (1972) signalent que l'extraction du miel dans un milieu assez humide peut entrainer une absorption d'humidité.

- des conditions dans les quelles ce miel est élaboré, récolté, transformé et entreposé dans la ruche, c'est le cas de l'échantillon n° 10 qui provient de la Mitidja région caractérisée par le taux élevé de l'humidité atmosphérique surtout durant le printemps, la période de récolte de cet échantillon de miel, dans ce contexte GONNET (1993) signale qu'une humidité relativement élevée pendant la récolte va conduire à une déshumidification difficile du nectar par l'abeille, donc production d'un miel riche en eau, instable sur le plan physique et biologique et susceptible de se dégrader rapidement.

Les échantillons 1 et 7 sont les miels les plus pauvres en eau, soit respectivement 13.10% et 14.30 %, ces derniers offrent une très bonne conservation. Leur faible teneur en eau pourra être expliquée par :

- l'extraction qui est effectuée durant une période très chaude (mois d'août pour l'échantillon 1) ainsi que le miel de jujubier est pratiquement sec, et qui se conserve quelque soit la température du stockage et le nombre de levure qui contient, car selon GONNET (1982), en dessous de 15 % d'eau, la fermentation n'intervient jamais.

Les 6 échantillons les plus pauvres en eau n° (3, 5, 9, 8, 7 et 1) présentent des miels locaux de la région steppique caractérisée par un climat chaud et sec.

Les miels importés ont une teneur de 17.30 à 18.90, ils sont conservés longtemps à température ambiante dans les étalages de commerce, mais ils n'ont pas montrés des signes de fermentation, ceci pourra être expliqué par une pasteurisation qui a tué les levures responsables de la fermentation.

La comparaison des valeurs de la teneur en eau montre une différence très hautement significative ($p \leq 0.001$) entre les différents miels analysés. Tandis qu'elle montre qu'il n y a aucune différence significative entre les miels locaux et les miels introduits.

2.2. La teneur en protéines

L'analyse de tableau n° 16 nous a permet de constater que les miels présentent une teneur en protéines comprise entre 0.09 et 0.88% avec une moyenne de 0.50.

LOUVEAUX (1968), signale que la teneur en protéines est d'environ 0.26% en moyenne avec un maximum de 0.83%. Il ajoute que les matières azotées peuvent être présente dans les secrétions salivaires de l'abeille.

WHITE (1962), signale que les miels convenablement récolté sont pauvres ou très pauvres en protéines.

Tableau 16 : Les valeurs de la teneur en protéines obtenues:

	N° Ech	Prot%	Origine florale
Miels locaux	1	0,29	Jujubier
	2	0,31	Toutes fleurs
	3	0,21	Toutes fleurs
	4	0,45	Toutes fleurs
	5	0,39	Toutes fleurs
	6	0,83	Toutes fleurs
	7	0,84	Les épineux
	8	0,09	Toutes fleurs
	9	0,18	Toutes fleurs
	10	0,87	Les agrumes
importés	11	0,55	Toutes fleurs
	12	0,66	Toutes fleurs
	13	0,51	Toutes fleurs
	14	0,88	Toutes fleurs
Moyenne		**0.50**	
E. Type		**0.27**	
Var		**0.0755**	

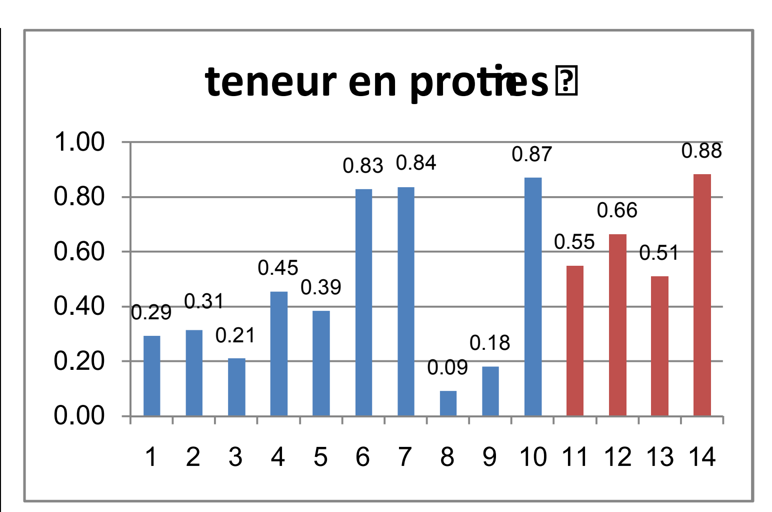


Figure 21 : Représentation graphique des valeurs de la teneur en protéines

Nos échantillons sont conformes aux normes requises. Les échantillons 14 et 10 sont exceptés, avec une teneur en protéines de 0.88 et 0.87% respectivement, ces échantillons enregistrent des valeurs dépassent la norme, mais sont très proches. Cette teneur peut être expliquée par :

- La forte concentration du pollen dans ces miels. GONNET (1985), rapporte que lors de l'extraction manuelle par pression des gâteaux de cire, quelques larves d'abeilles ainsi que des pollens sont très souvent écrasés.

Les autres échantillons présentent des teneurs en protéines répondent à la norme requise, ces échantillons sont convenablement récoltés et par conséquent, ils sont généralement pauvres en protéines (LOUVEAUX, 1968).

L'analyse de la variance de la teneur en protéines révèle une différence très hautement significative ($p \leq 0.001$) entre les différents échantillons du miel. Ceci pourra être expliqué par la variation de la quantité de pollens présentent dans chaque miel, récolté dans des conditions différentes.

En revanche, elle ne marque aucune différence significative entre les miels locaux et les miels importés.

D'après LOUVEAUX (1968), les miels foncés sont plus riche en azote que les miels clairs. Les échantillons 14, 10, et 7, les plus foncés se montre les plus riches en protéines que les échantillons 1, 3, 9, 8.

La plus faible valeur est enregistrée pour l'échantillon n°8 qui est le plus clairs avec une valeur de 0.09%.

2.3. L'acidité

D'après le tableau n° 17, nous remarquons que les valeurs de l'acidité libre des miels varient de 11.0 à 32.0 milliéquivalent/kg, avec une moyenne de 22.0.

Tableau 17 : Les valeurs de l'acidité libre:

	N° Ech	Ac L meq/kg	Origine florale
Miels locaux	1	15.0	Jujubier
	2	25.0	Toutes fleurs
	3	11.0	Toutes fleurs
	4	25.0	Toutes fleurs
	5	25.0	Toutes fleurs
	6	22.5	Toutes fleurs
	7	19.0	Les épineux
	8	17.5	Toutes fleurs
	9	15.0	Toutes fleurs
	10	25.0	Les agrumes
importés	11	23.0	Toutes fleurs
	12	29.0	Toutes fleurs
	13	32.0	Toutes fleurs
	14	14.0	Toutes fleurs
Moyenne		**22.0**	
E. Type		**5.81**	
Var		**33.7308**	

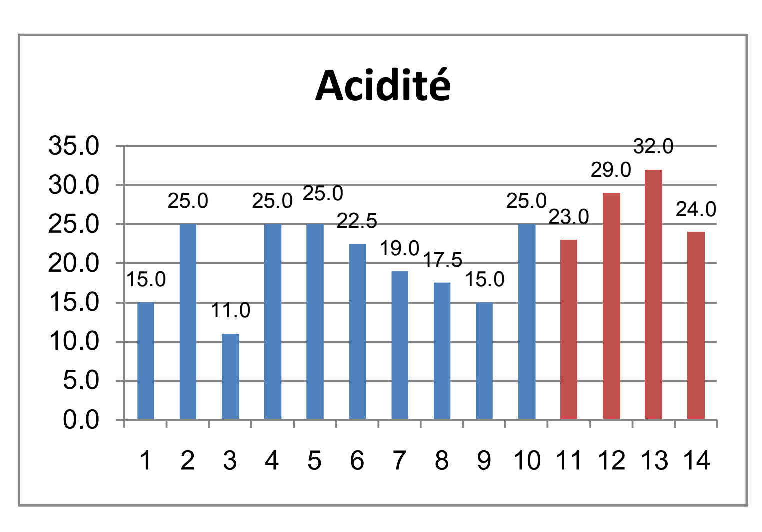


Figure 22 : Représentation graphique des valeurs de l'acidité

Selon les normes internationales de Codex (2001), l'acidité libre du miel ne doit pas dépasser 50 milliéquivalents d'acide par 1000 g. Nos miels sont conformes aux normes préconisées.

GONNET (1982), affirme que tous les miels sont acides. Ils contiennent des acides organiques libres ou combinés sous forme de lactones.

D'après BOGDANOV (1999), et GONNET (1992), l'acidité est un critère de qualité important, elle donne des indications fort importantes de l'état du miel. Les échantillons 12, 2, 4, 5, 10 et plus particulièrement l'échantillon 13, prédéterminent des produits fragiles pour la conservation car l'acidité forte de milieu favorise la dégradation des hexoses en HMF qui déprécie la qualité du miel. La fermentation du miel provoque une augmentation de l'acidité dans le miel.

La présence de certains acides dans ces miels est probablement due au nectar ou miellat, mais leur origine principale est à recherché dans les secrétions salivaires de l'abeille et dans les processus enzymatiques et fermentatifs (LOUVEAUX, 1968).

La comparaison des moyennes de l'acidité révèle une différence très hautement significative ($p \leq 0.001$) entre les différents miels analysés. Tandis qu'elle ne marque aucune différence significative entre les miels locaux et les miels d'importation commercialisés.

2.4. L'Hydroxyméthylfurfural (HMF):

Le tableau n° 18 nous a permet de constater que les miels présentent une teneur en HMF comprise entre 0.05 et 98.80 mg/kg, avec une moyenne de 18.91 mg/kg.

MARCEAU, et al. (1994), signale que le principal critère d'évaluation mesurable de la qualité du miel est la concentration en Hydroxyle méthyle furfural.

D'un point de vue législatif, tous les miels analysés sont conformes aux normes de Codex alimentarius qui limitent l'HMF à 60 mg/kg, à l'exception l'échantillon n° 11 et 12, qui sont des miels importés, ils enregistrent une teneur d'HMF élevée, soit 98.80 et 67.69 mg/kg. Cette teneur élevée pourra être expliqué par :

- la teneur élevée en eau, selon MARCEAUX et al. (1994), une teneur en eau élevée favorise la transformation des sucres en HMF, nous avons enregistré une teneur en eau respectivement de 18.90 % et 18.00 %.

- l'excès de la chaleur et l'entreposage prolongé sont des facteurs encore plus importants dans ce processus (MARCEAUX et al. 1994).

- une acidité élevée du miel favorisent la dégradation du fructose en HMF (GONNET, 1982 et MARCEAUX et al. 1994), nous avons enregistré pour ces deux échantillons une acidité de 23.0 et 29.0 meq/kg.

- PROST (1987), mentionne que la pasteurisation peut augmenter très sensiblement la couleur et le taux de l'HMF qu'il caractérise les miels chauffés et vieux, de là nous pouvons dire que les échantillons 11 et 12 sont des vieux miels chauffés, et leur date de récolte ne pourra pas être celle mentionnée sur l'étiquette.

Tableau 18 : Les des valeurs de l'HMF :

	N° Ech	HMF mg/kg	Origine florale
Miels locaux	1	2.69	Jujubier
	2	3.89	Toutes fleurs
	3	4.19	Toutes fleurs
	4	4.79	Toutes fleurs
	5	25.89	Toutes fleurs
	6	0.05	Toutes fleurs
	7	1.15	Les épineux
	8	1.20	Toutes fleurs
	9	1.19	Toutes fleurs
	10	3.44	Les agrumes
importés	11	98.80	Toutes fleurs
	12	67.69	Toutes fleurs
	13	29.32	Toutes fleurs
	14	20.39	Toutes fleurs
Moyenne		**18.91**	
E. Type		**29.57**	
Var		**874.1539**	

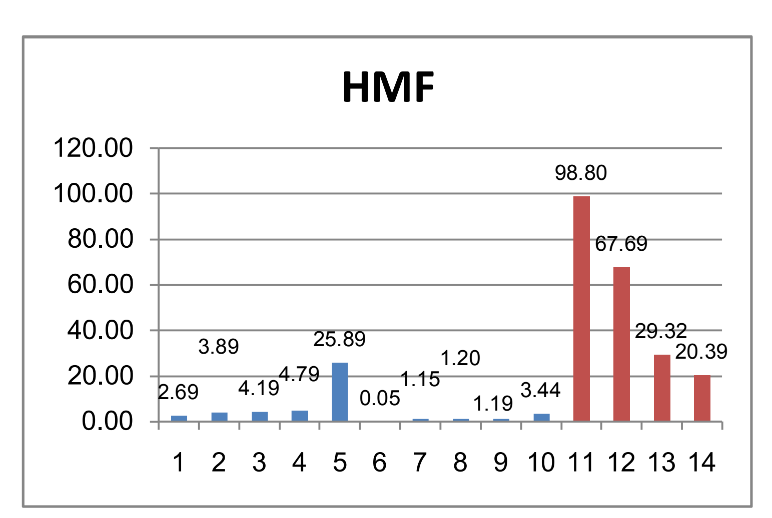


Figure 23 : Représentation graphique des valeurs de la teneur en HMF

Les échantillons 10, 1, 8, 9, 7, et 6 ont une teneur faible en HMF, ces échantillons présentent des miels frais de l'année 2009. D'après BOGDANOV, (2001), la teneur en HMF d'un miel est pratiquement nulle au moment de la récolte. Ces le cas du miel n° 6 qui est récolté avant quelques jours de faire l'analyse. Le même auteur ajoute qu'elle augmente progressivement, lentement tout d'abord pour s'accélérer par la suite.

L'analyse de la variance du dosage d'HMF révèle une différence très hautement significative ($p \leq 0.001$) entre les différents échantillons de miel. Elle révèle aussi une différence très hautement significative ($p \leq 0.001$) entre les miels locaux et les miels importés.

Les miels 11 et 12 sont des miels importés, dont on ignore leurs dates de récolte, ils peuvent être des miels qui ont passé une longue durée pour être commercialiser (vieux miels).

3. L'analyse pollinique :

Nous avons observé nos échantillons de miel sous le microscope, de là et selon la quantité de pollens présente, nous avons classé les miels analysées en 3 groupes :

Classa I : Beaucoup de pollens (+++)

Classe II : peu de pollens (++)

Classe III : Très peu de pollens (+)

Les variations quantitative et qualitative en pollens sont due à :

- La diversité des espèces végétales butinées par l'abeille, et leur intérêt apicole: soit l'espèce butinée est pollinifère, nectarifère ou les deux à la fois.
- Le travail et les besoins de la colonie d'abeille.
- La technologie du miel : **le mode d'extraction** (mécanique ou manuelle), LOUVEAUX et al, (1970), constatent que les miels d'extracteur centrifuge contiennent peu de sédiment. **La filtration** : Les miels importés (commercial) qui ont subit à une ultrafiltration, va causer l'élimination des pollens.

Classa I : Beaucoup de pollens (+++) :

Ce sont les miels qui renferment un nombre important de pollens, dans cette classe, nous avons observé beaucoup de pollens dans les échantillons 1, 2, et 6.

Nos observations au niveau de l'échantillon N°01 nous révèle la présence d'un nombre important de graines de pollen, et après l'identification par comparaison avec des pollens de référence, nous pouvons dire qu'il confirme son appellation florale présumée, puisque il est dominé par les grains de pollen de *Ziziphus lotus*, et nous pouvons dire aussi qu'il est un miel monofloral.

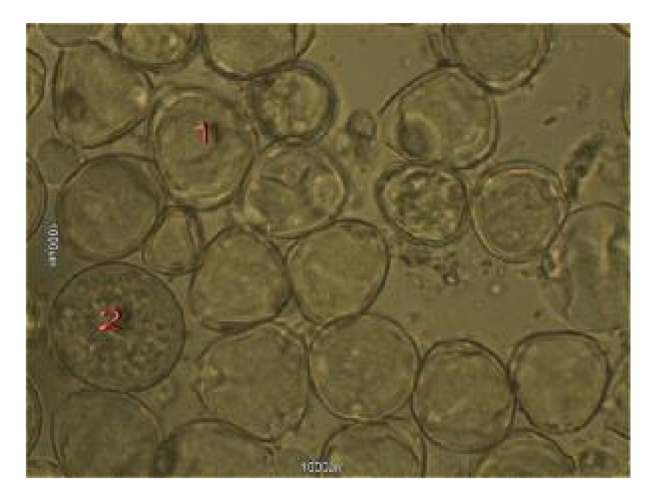


Figure 24 : Vue microscopique des grains de pollen du miel n°1 (g×100)

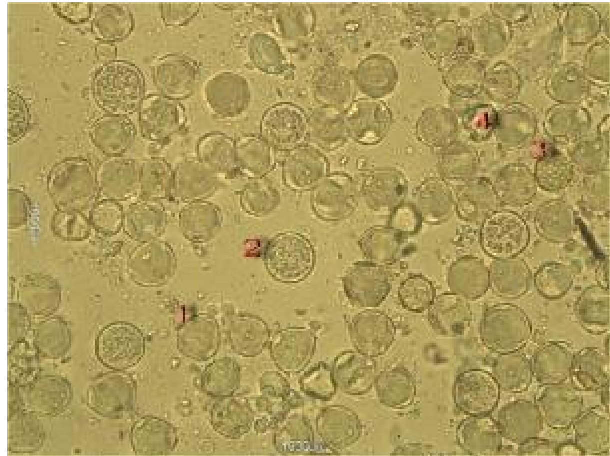


Figure 25 : Vue microscopique des grains de pollen du miel n°1 (g×40)

Les échantillons 2 et 6, sont des miels de toute fleur, ils présentent des déférentes formes de pollens, après identification par comparaison avec des pollens de référence nous citons par exemple quelques pollens trouvé dans ces échantillons "1- *Prunus sp.* 2- *Papaver rhoeas.* 3- *Malva sylvestris* 5- *Eucalyptus sp"* pour l'échantillon 2, et "1- *Rosmarinus officinalis* 2-*Borrago officinalis* 3- *Galactites tomentosa* 4- *Prunus sp*. 5- *Eucalyptus sp*. 6-, *vicia sp* ", pour l'échantillon 6, donc nous pouvons dire qu'ils confirment l'appellation florale présumée, donc ce sont des miels toutes fleurs.

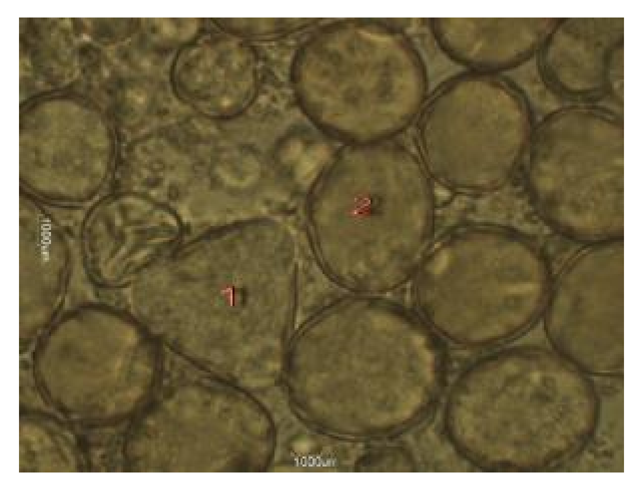


Figure 26 : Vue microscopique des grains de pollen du miel n°2 (g×100)

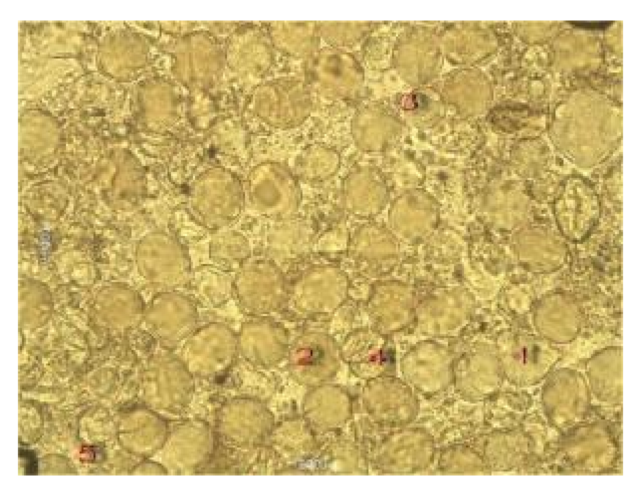


Figure 27 : Vue microscopique des grains de pollen du miel n°2 (g×40)

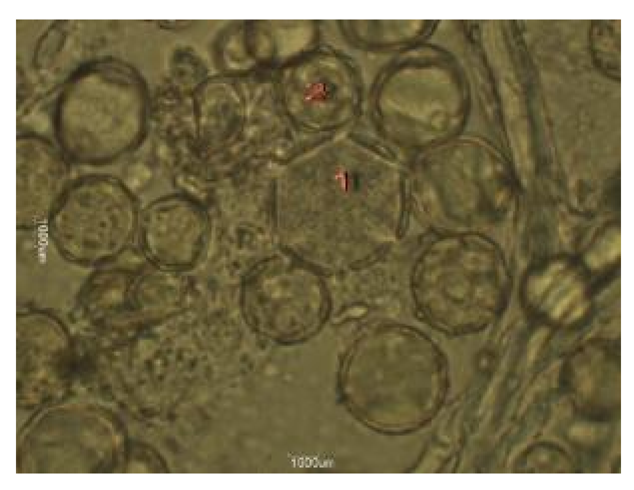


Figure 28 : Vue microscopique des grains de pollen du miel n°6 (g×100)

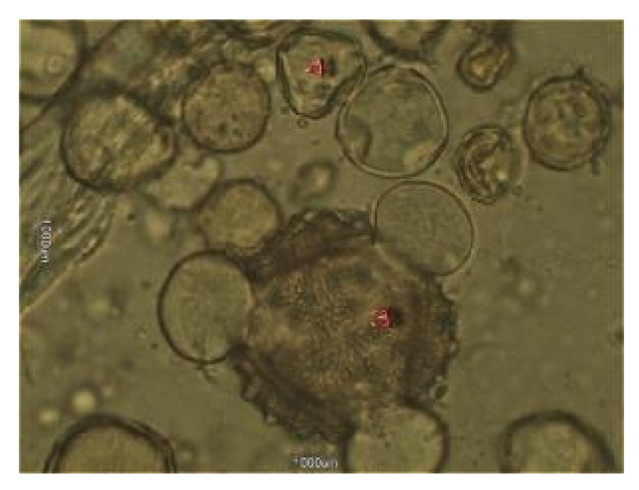


Figure 29 : Vue microscopique des grains de pollen du miel n°6 (g×100)

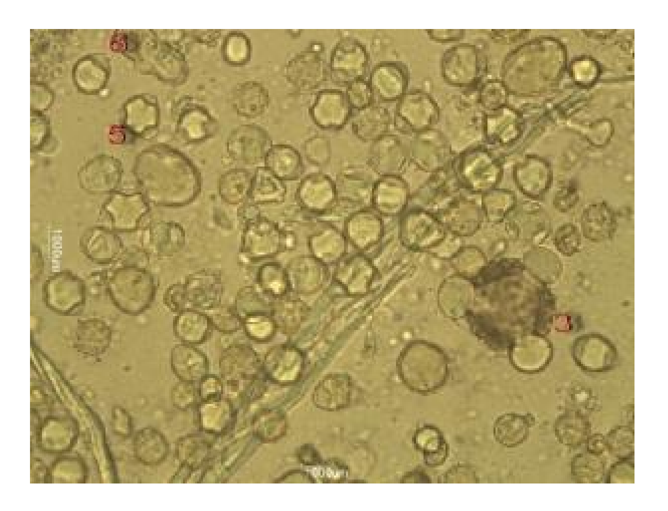


Figure 30 : Vue microscopique des grains de pollen du miel n°6 (g×40)

Classe II : peu de pollens (++) :

Dans cette classe nous avons regroupé les miels qui représentent une faible quantité en pollens sous le microscope, nous retiendrons ainsi dans cette classe les échantillons 4, 5, 7, et 12.

Nous remarquons que les échantillons 4, et 5 renferment plusieurs formes de pollens, donc ils confirment l'appellation et sont tous des miels multifloraux.



Figure 31 : Vue microscopique des grains de pollen du miel n°4 (g×40)



Figure 32 : Vue microscopique des grains de pollen du miel n°4 (g×100)

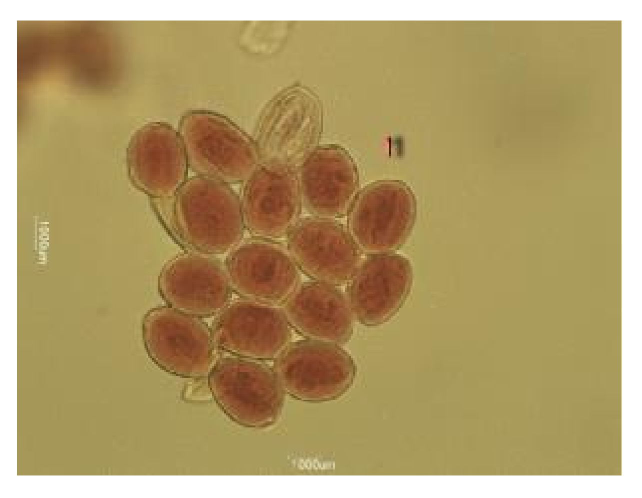


Figure 33 : Vue microscopique des grains de pollen du miel n°5 (g×40)

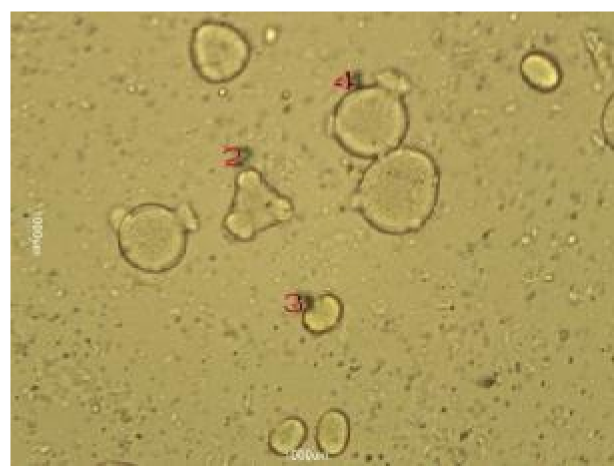


Figure 34 : Vue microscopique des grains de pollen du miel n°5 (g×40)

Après l'identification des pollens de l'échantillon 7 (les épineux), nous constatons qu'il ne confirme pas l'appellation florale présumée puisque il renferme plusieurs formes de pollens, 1- *Galactites tomentosa* 2- *Peganum harmala*. 3- *Vicia sp.* 4- *pyrus sp.* 5- *Raphanus raphanistrum.* 6- *Olea europaea.* Ainsi que les pollens du chardon (*Galactites tomentosa*) ne sont pas dominants, donc c'est un miel de toutes fleurs.

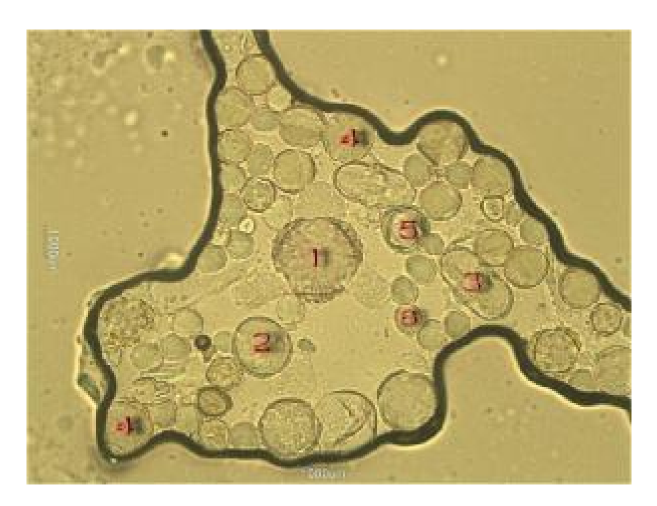


Figure 35 : Vue microscopique des grains de pollen du miel n°7(g×40)

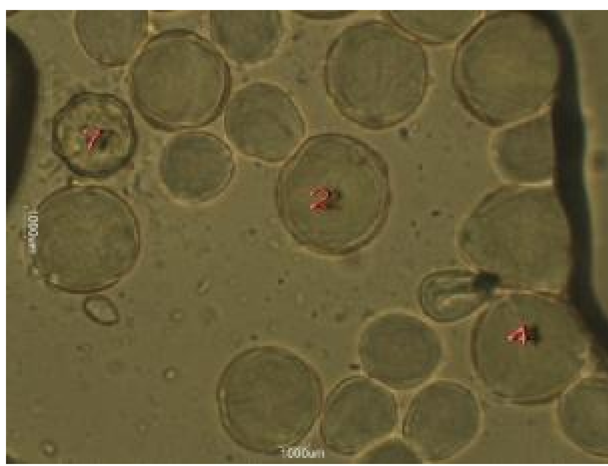


Figure 36 : Vue microscopique des grains de pollen du miel n°7(g×40)

Tandis que l'échantillon 12 illustre des formes variées de grains de pollen tels que 1- *pyrus sp*. 2- *Achillea sp*. 3- *Vicia sp*. 6- *Aster sp*, ce miel présente un miel **importé** qu'il confirme son appellation florale.



Figure 37 : Vue microscopique des grains de pollen du miel n°12 (g×40)

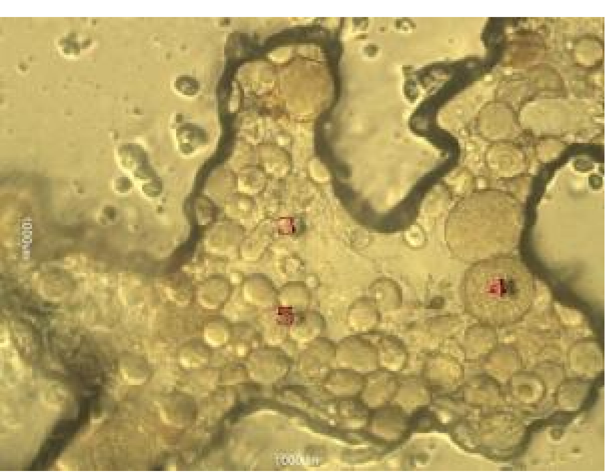


Figure 38 : Vue microscopique des grains de pollen du miel n°12 (g×40)



Figure 39 : Vue microscopique des grains de pollen du miel n°12 (g×100)

Classe III : Très peu de pollens (+) :

C'est la classe qui regroupe les échantillons de miel qui ont une très faible quantité de grains de pollen sous le microscope, les échantillons 3, 8, 9, 10, 11, 13, et 14 appartiennent à cette classe.

L'échantillon 10, présumé miel d'agrumes, cette miel ne confirme pas cette appellation car les grains de pollen trouvées présentent des différentes formes, parmi ces dernières nous citons : 1- *Polygonum equisteforme* 2- *Eucalyptus sp* et les pollens de *Citrus sp* (3) qui ne sont pas dominantes.



Figure 40 : Vue microscopique des grains de pollen du miel n°10 (g×100)



Figure 41 : Vue microscopique des grains de pollen du miel n°10 (g×100)

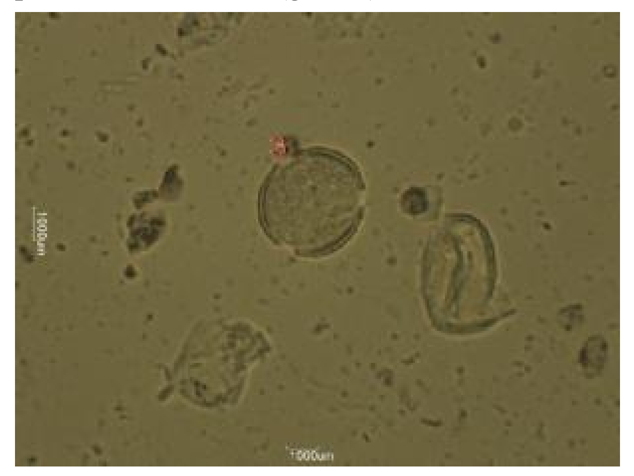


Figure 42 : Vue microscopique des grains de pollen du miel n°10 (g×100)

Les échantillons 3, 8, et 9, découvrent des différentes formes de pollens en faible quantité, ils confirment l'appellation présumée, qui sont tous provenant des miels multifloraux.



Figure 43 : Vue microscopique des grains de pollen du miel n°3 (g×40)



Figure 44 : Vue microscopique des grains de pollen du miel n°3 (g×40)

Les échantillons 11, 13, et 14, qui sont des **miels importés**, contiennent un très peu nombre de pollens, qui n'ont pas la même forme, donc ils confirment l'appellation présumée, qui sont des miels polyfloraux.

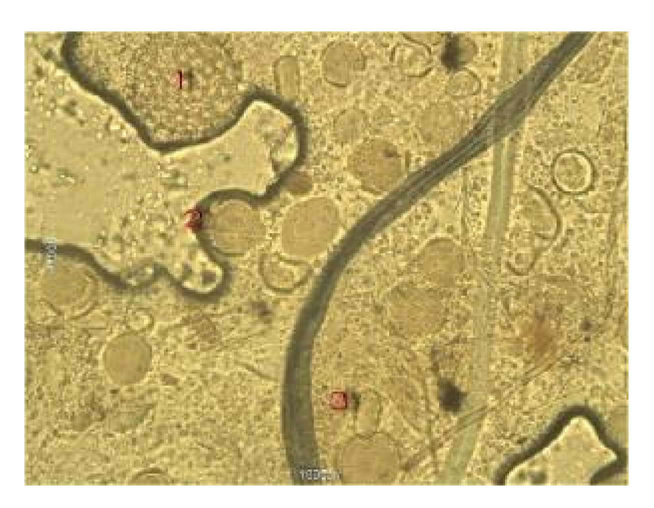


Figure 45 : Vue microscopique des grains de pollen du miel n°11 (g×40)

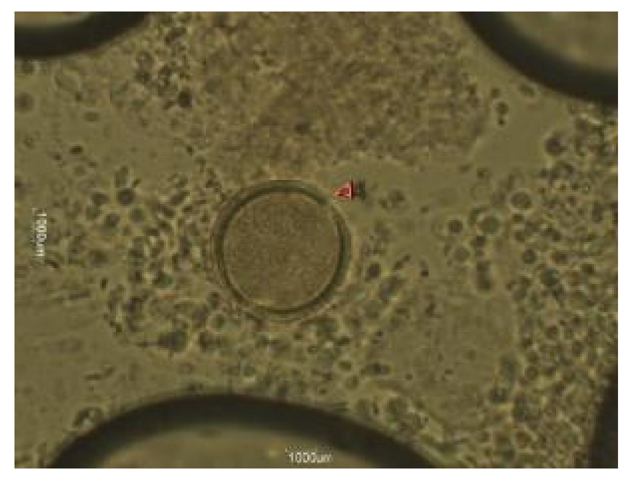


Figure 46 : Vue microscopique des grains de pollen du miel n°11 (g×100)

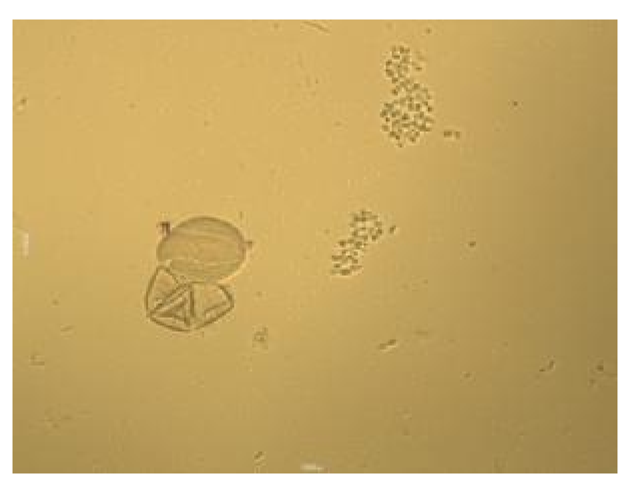


Figure 47 : Vue microscopique des grains de pollen du miel n°13 (g×40)

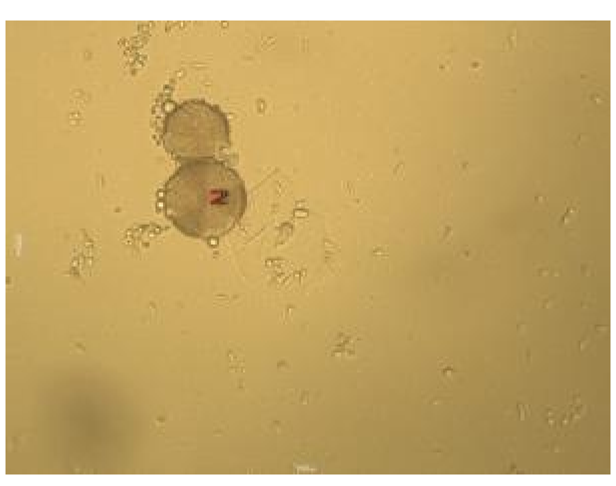


Figure 48 : Vue microscopique des grains de pollen du miel n°13 (g×40)



Figure 49 : Vue microscopique des grains de pollen du miel n°14 (g×40)

Les résultats de l'analyse pollinique sont résumés au niveau de tableau 19

Tableau 19 : Le spectre pollinique de 14 échantillons.

Echantillon	Origine florale	Présence/ Absence	Pollens déterminés
1	Jujubier	+++	1- *Ziziphus lotus* (Jujuber) 2- *Peganum harmala* (Harmal) 3- *Aster sp.* 4- *Eucalyptus sp.*
2	Toutes fleurs	+++	1- *Prunus sp, Pyrus sp.* 2- *Papaver rhoeas.* 3- *Malva sylvestris* (Malvacées) 4-Indéterminé. 5- *Eucalyptus sp.*
3	Toutes fleurs	+	1- Arbre fruitier de type *Pyrus sp.* 2- *Helianthus anuus* (Tournesol) 3- Arbre fruitier de type *Prunus sp.*
4	Toutes fleurs	++	1- Indéterminé. 2- Caryophylacées. 3- *Hedysarum coronarium* (sulla). 4- *Raphanus raphanistrum.*
5	Toutes fleurs	++	1- Indeterminé. 2- *Prunus sp.* 3- Apiacées (*Tapsia garganica*) 4- Trifolium sp.
6	Toutes fleurs	+++	1- Lamiacées, (*Salvia verbinaca)*, ou *Rosmarinus officinalis* (romarin) 2- Boragonacées (*Borrago officinalis*) 3- Genre Achillea, ou *Galactites tomentosa* (chardon laiteux) (composées). 4- Vitacées (*Vitis vinifera*), *Prunus sp.* 5- *Eucalyptus sp.* (Myrtacées) 6- *Daucus carota*, *vicia sp* (*v.faba*)
7	Les épineux	++	1- Sclofilariacées, ou *Achellia sp* ou *Galactites tomentosa* (chardon laiteux) 2- *Peganum harmala.* 3- *Vicia sp.* 4- *Prunus sp, pyrus sp.* 5- *Raphanus raphanistrum.* (Cruciferes) 6- *Olea europaea.* (Oléacées) 7- *Borrago officinalis.* (Borraginacées)
8	Toutes fleurs	+	Indéterminé
9	Toutes fleurs	+	Indéterminé
10	Les agrumes	+	1- *Polygonum equisteforme* (Polygonacées). 2- *Eucalyptus sp.* (Myrtacées) 3- *Citrus sp* (Rutacées).
11	Toutes fleurs	+	1- Indéterminé. 2- *Acacia cyanophylla* (mimosa). 3- Indeterminé. 4- *Olea europaea* ou Citrus sp 5- *Centauria sp, Raphanus sp.*
12	Toutes fleurs	++	1- Arbre fruitier de type *pyrus sp.* 2- *Achillea sp.* 3- *Vicia sp.* 4- *Oscalis prescaprae* (oscalis) (Oxalidacées). 5- Indéterminé. 6- *Aster sp.*
13	Toutes fleurs	+	1 et 2 sont Indéterminés.
14	Toutes fleurs	+	1 est indéterminé.

(+++) : Beaucoup de pollens, (++) : Peu de pollens, (+) : Très peu de pollen.

Conclusion Générale

Conclusion

L'étude que nous avons menée nous a permis d'évaluer la qualité des miels à partir des différentes analyses effectuées et par conséquent de comparer les miels locaux et ceux importés. Au terme de ce travail nous pouvons constater les particularités suivantes**:**

- ✓ Les miels locaux enregistrent des teneurs faibles relativement en eau, ces miels offrent une très bonne conservation, à l'exception de l'échantillon de la Mitidja, récolté dans un milieu assez humide, les échantillons 2, et 4 ont une teneur en eau qui dépasse 18 car ils sont récoltés avant l'operculation totale et il leur faut de passer un temps dans les maturateurs avant d'être commercialisé.

- ✓ Nous avons remarqué que les miels les plus pauvres en eau, sont des miels locaux récoltés dans la région steppique, qui est caractérisé par un climat chaud et sec.

- ✓ Les miels importés ont une teneur en eau de 17.30 à 18.90, ils sont conservés à température ambiante dans les étalages de commerce pendant longtemps, mais ils n'ont pas montrés aucuns signes de fermentation, ceci s'explique par une pasteurisation qui a tué les levures responsables de la fermentation.

- ✓ L'échantillon n°1 qui provient de la région de Messâad, est un miel mono floral de jujubier, il est pratiquement sec, se conserve quelque soit la température du stockage et le nombre de levure qui contient.

- ✓ Comparativement aux normes préconisées relatives aux pH et la CE des miels, nous pouvons conclure que les miels locaux sont des miels de nectar. Tandis que les miels importés, sont un mélange de nectar et de miellat.

- ✓ Les échantillons des miels importés, présentent des valeurs d'absorbance importantes, dues à leurs couleurs foncées ou très foncées. Ces couleurs pourront être expliquées par l'abondance de certaine quantité de miellat, généralement la couleur des miels due à leur constitution en matière minérale et en protéines.

- ✓ Tous les miels locaux répondent aux normes internationales préconisées, sauf l'échantillon 10, il a un taux de protéine dépassant légèrement la norme. Les miels locaux sont généralement pauvres en protéines, ces miels sont convenablement récoltés.

- ✓ Les miels locaux de l'année 2009 ont un taux de l'hydroxyméthylefurfural presque nul, par contre deux échantillons de miel importé (11 et 12) ont présenté un taux d'HMF supérieur à la norme autorisé par le codex. L'HMF est un indicateur de surchauffage de miel, sa mauvaise conservation et de sa vieillesse. Cette analyse nous a permis de déterminer l'âge de miels importés qui dépasse l'année 2008 inscrite sur leurs étiquettes de commerce.

- ✓ L'échantillon 13 qui provient de l'Inde prédétermine un produit fragile à la conservation car il contient une quantité importante des acides libres, atteint à 32.0 meq/kg.

- ✓ L'analyse de la variance montre une différence très hautement significative entre les miels locaux et les miels importés pour l'HMF, ainsi, elle montre une différence significative pour le pH, la conductibilité électrique, et l'absorbance. Tandis que ne marque aucune différence significative entre les miels locaux et les miels importés pour la densité, la teneur en eau, la teneur en protéines et pour l'acidité.

- ✓ Au niveau de l'analyse pollinique, nous avons classé nos échantillons de miel en 3 classes, d'une façon quantitative, nous avons remarqué que la plupart des miels importés se situent dans la troisième classe, qui renferme les échantillons les plus pauvres en pollens, ces miels peuvent subir un traitement d'ultrafiltration, mais cela devrait être mentionné sur l'étiquette ce qui n'est pas le cas.

Notre étude nous conduit à déduire que les miels locaux répondent aux normes internationales, car ils sont naturels n'ayant subi aucun traitement technologique qui pourra nuire à leur qualité. Tous les auteurs sont unanimes, le chauffage des miels cause sa dégradation. Cependant on aurait complété notre étude par l'analyse des sucres et l'étude du rapport glucose fructose qui pourra nous aider à mieux interpréter sur la qualité et l'âge des miels en générale et ceux importés en particuliers. Nous tenons à citer que l'absence des moyens encore une fois nous a empêché de procéder à ce type d'analyse très importante pour l'étude des qualités des miels.

Ces résultats sont des informations utiles surtout actuellement, et avec l'ouverture du marché, la commercialisation d'un miel de qualité nécessite de développer sa technologie, suivre de bonnes conduites d'hygiène à fin d'offrir un produit sain, et propre à la consommation et à la conservation. Il faut aussi aider et encourager les apiculteurs en matière de disponibilité des produits sanitaires et des moyens matériels divers, œuvré à la labialisation des miels de terroir avec la création d'une marque, sensibiliser les consommateurs sur les bienfaits des produits de l'abeille, et enfin élaborer des réglementations (lois) sur la qualité des miels locaux, et travailler sérieusement sur la normalisation des miels algériens afin de faire face à l'importation frauduleuse sur certains miels de très mauvaise qualité.

Références Bibliographiques

Références Bibliographiques

ANCHLING. F, (2001) : *Raconte-moi le miel...,* l'abeille de la France. Revue autorisées par Apicervices françaises.

ANONYME, (1977): *Méthodes officielles d'analyse du miel*, Arrêté du 15 février 1977, N°77-79. Paris.

ANONYME, (2002): *Journal Officiel des Communités Européen***,** Annexe ÉÉ. Direction 2001 /1 10/ce du conseille du 20 décembre 2001 relative au miel caractéristique de composition des miels.06p.

ANONYME, (2003): *Journal Officiel de la République Française***,** Décret n°2003-587 pris pour l'application de l'article L.214-1 du code de la consommation en ce qui concerne le miel.

AUBERT. S, GONNET. M, JOURDAN. P, (2004) : *Technique de réflectométrie usuelle pour la mesure de la couleur des miels*, Apidologie 303,313. 11p.

BARBIER .E, Claude-Yolande. P, (1961) : *Origine botanique et caractéristiques physicochimiques des miels*, Laboratoire apicole, Nice. 15p.

Barkani. M, (1994) : *Les résultats de recherche apicole obtenus à l'institut national agronomique d'Alger***. INA, Alger.**

BELAID. M, (1999) : *Etude physico-chimique et palynologique de quelques miels d'Algérie : Etablissement des normes d'identification*. Thèse de Magister. INA El Harrach. 213p.

BIRI. M, (1999): *Le grand livre des abeilles. L'apiculture moderne*. Edition vecchi S.A paris. 260p.

BOGDANOV. S, (1999): *Stockage, cristallisation et liquéfaction du miel*. Centre suisse de recherche apicoles .05p.

BOGDANOV. S, LULLMANN. C, MARTIN. P, (2001): *Qualité du miel et norme international relative au miel.* Rapport de la commission international du miel. Abeille Cie N° 71-4.1 2p.

BOGDANOV. S, RUOFF. K, ODDO PL, (2004): *Physicochemical methods for the characterisation of unifloral honeys.* Apidologie 35. 17p.

BOGDANOV. S, BIERI. K, GREMAUD. G, (2004) : *Produits apicoles, Pollen,* Agroscope Liebefeld-Posieux, Station fédérale de recherches en production animale et laitière (ALP), Centre de recherches apicoles, Liebefeld-Berne, 6p.

BOGDANOV. S, BIERI. K, GREMAUD. G, (2004) : *Produits apicoles, Miel,* Agroscope Liebefeld-Posieux, Station fédérale de recherches en production animale et laitière (ALP), Centre de recherches apicoles, Liebefeld-Berne, 37p.

BOGDANOV. S, K. BIERI, P. GALLMANN, (2005) : *Miels monofloraux suisses*, Centre de recherches apicoles, Station de recherches en production animale et laitière. 55p.

BÜDEL. A, (1968) : *Microclimat des sources de pollen, de nectar et de miellat, in Traité biologique de l'abeille,* Tome 3. Édition Masson de Cie, Paris. Pp 155-167.

CETAM-Lorraine, (2006) : *Informations sur les différentes analyses des miels,* Laboratoire des analyses et d'écologie apicole, 6p.

CHAHRA M, PAUL. S, BLEL. A, (2007): *Some Properties of Algerian Honey*, APIACTA (42) 2007 PAGES, pp73 - 80.

CHAUVIN. R (1968) : *Traité biologique de l'abeille*, Tome 3. Édition Masson de Cie, Paris. Pp : 298-310.

CHAUVIN. R (1968) : *Actions physiologiques et thérapeutiques des produits de la ruche, in Traité biologique de l'abeille,* Tome 3. Édition Masson de Cie, Paris. Pp : 116-155.

DARRIGOL. J, (1979) : *Le miel pour votre santé.*

DJERD. A, (2008) : *Contrôle de qualité des miels de la région de Djelfa, comparaison avec des miels nationaux et des miels importés.* Thèse d'Ingéniorat en biologie, Université de Djelfa.

DONADIEU. Y, (1982): *Pollen : thérapeutique naturelles.* 5^{éme} Ed Maloine S.A Paris. 31p.

DONADIEU. Y, (1978): *Le miel thérapeutique*. 2^{éme} Ed Maloine S.A .Paris.28 p.

EMMANUELLE. R, (2002) : *Le marché mondial du miel,* Centre d'Economie Sociale, Université de Liège. 9p.

GADBIN. C, (1979): *L'intérêt de l'acétolyse en mélissopalynologie, Die Bedeutung der Acetolyse in der Melissopalynologie*, Laboratoire de Botanique historique et Palynologie, E.R.À. n° 404 du C.N.R.S. 6p.

GONNET. M, (1982) : *Le miel ; composition, propriétés, conservation.* INRA station expérimentale d'apiculture. Pp : 1-18.

GONNET. M, (1986) : *L'analyse des miels. Description de quelques méthodes de contrôle de qualité*. Bul. Tech. Apic, 54, 13(1). Pp 17-36.
GONNET. M, VACHE. G, (1985) : *Le gout de miel*. Ed. UNAF, Paris. 150p.

GONNET. M, (1963) : *L'hydroxyméthylfurfural dans les miels. Mise au point d'une méthode de dosage.* Station expérimentale d'Apiculture, Ceyevct de Recherches agronomiques du Sud-Est, Montfavet (Vaucluse). 15p.

HUCHET. E, COUSTEL. J, GUINOT. L, (1996): *Les constituants chimiques du miel. Méthode d'analyse chimique*. Département de science et l'aliment. Ecole Nationale Supérieure des Industries Agricoles et Alimentaire. France. 16p.

JEAN-PROST. P, (1987): *L'apiculture. Connaître l'abeille* .conduire le rucher. 6éme édition Lavoisier.597p.

KHENFER. A et FETTAL. M, (2001): *Le miel.* . Ministère de l'agriculture. Direction de la formation de la recherche et de la vulgarisation.23p.

KLOFT. W, (1968) : *Les insectes producteurs de miellat*, *in Traité biologique de l'abeille,* Tome 3. Édition Masson de Cie, Paris. Pp : 248-262.

LAGACHERI. M et CABBANES. B, (2001): *Les plantations mellifères.* Revue l'abeille de France .N° 635.

LOBREAU-CALLEN. D et MARIE-CLAUDE. C, (2001) : *Les miels,* Techniques de l'Ingénieur, traité Agroalimentaire, 20p.

LOUVEAUX. J, (1968): *Composition propriété et technologie du miel.* Les produits de la ruche, in Traité de biologie de l'abeille. Tome 03. Ed Masson et Cie. 389p.

LOUVEAUX. J, (1968): *L'analyse pollinique des miels, in Traité biologique de l'abeille,* Tome 3. Édition Masson de Cie, Paris. Pp 324-361.

LOUVEAUX. J, (1985) : *Les abeilles et leur élevage*. Édition Opida. Pp : 165-181.

LOUVEAUX. J, MAURIZIO. A et VORWOHL. G, (1970), *Les méthodes de la mélisso-palynologie,* commission internationale de botanique apicole de l'U.I.S.B. 17p.

LOUVEAUX. J, MAURIZIO. A, (1965) : *Pollens de plantes mellifères d'Europe*, Ed. Union des Groupements Apicoles Français.

MARCEAU. J, NOREAU. J et HOULE. E, (1994): *Les HMF et la qualité du miel.* Volume 15 numéros 2. Fédération des Apiculteurs du Québec .service de zootechnie, MAPAQ.04p.

MAURICE MARY, (2006) : *Conditionnement du miel pour sa vente en pots,* Galerie Apicole Virtuelle.

MAURIZIO. A, (1968): *La formation du miel. Les produits de la ruche,* in *Traité de biologie de l'abeille*. Tome 03 .Ed Masson et Cie .389p.

MOKEDDEM. T, (1998) : *Contribution à l'analyse physicochimique et pollinique du miel d'oranger, région de Mitidja*. Thèse d'Ingéniorat en agronomie. Université des sciences et de la technologie de Blida

NAAS.O, (2006) : *Analyse des grains de pollen de quelques espèces steppiques par microscopie électronique*. Mémoire de magister. Université Z. A de Djelfa.

SAINT ISMIER, (1996) : *L'Analyse Pollinique des Miels par l'Amateur*.11p.

ZIEGLER. H, (1968) : *La sécrétion du nectar, in Traité biologique de l'abeille,* Tome 3. Édition Masson de Cie, Paris. Pp : 218-247.

Annexes

Annexe n°1 : Résultats de l'analyse statistique : analyse de la variance et test Newman-Keuls

1. La densité

Analyse de la Variance de la densité. Effets significatifs marqués à p < .05000								
	SC	**dl**	**MC**	**SC**	**dl**	**MC**	**F**	**p**
Densité	**0.010099**	**13**	**0.000777**	**0.002061**	**14**	**0.000147**	**5.277199**	**0.001971**

Test Newman-Keuls ; Variable Densité
Différences significatives marquées à p < .05000

	{1}	{2}	{3}	{4}	{5}	{6}	{7}	{8}	{9}	{10}	{11}	{12}	{13}	{14}
e1 {1}		**0.0015**	**0.0050**	**0.0181**	0.0539	0.1217	0.2436	0.3081	0.0822	0.0751	**0.0438**	**0.0184**	0.2893	0.0754
e2 {2}	**0.0015**		0.4238	0.2591	0.1850	**0.0204**	**0.0194**	**0.0212**	0.1309	0.1433	0.1995	0.3453	**0.0284**	0.1336
e3 {3}	**0.0050**	0.4238		0.4238	0.4704	0.0748	0.0714	0.0774	0.3812	0.4001	0.4725	0.6452	0.1018	0.3932
e4 {4}	**0.0181**	0.2591	0.4238		0.8224	0.2493	0.2381	0.2533	0.7707	0.7762	0.7903	0.9356	0.3159	0.7929
e5 {5}	0.0539	0.1850	0.4704	0.8224		0.5504	0.5134	0.5118	0.8938	0.7773	0.8398	0.7193	0.5644	0.9489
e6 {6}	0.1217	**0.0204**	0.0748	0.2493	0.5504		0.9678	0.9852	0.6794	0.6569	0.4850	0.2529	0.9756	0.6369
e7 {7}	0.2436	**0.0194**	0.0714	0.2381	0.5134	0.9678		0.9035	0.6127	0.6074	0.4578	0.2384	0.9275	0.5428
e8 {8}	0.3081	**0.0212**	0.0774	0.2533	0.5118	0.9852	0.9035		0.5669	0.5885	0.4674	0.2495	0.8084	0.4525
e9 {9}	0.0822	0.1309	0.3812	0.7707	0.8938	0.6794	0.6127	0.5669		0.8715	0.9106	0.7316	0.5464	0.9356
e10 {10}	0.0751	0.1433	0.4001	0.7762	0.7773	0.6569	0.6074	0.5885	0.8715		0.8751	0.7118	0.6154	0.9670
e11 {11}	**0.0438**	0.1995	0.4725	0.7903	0.8398	0.4850	0.4578	0.4674	0.9106	0.8751		0.5733	0.5354	0.9429
e12 {12}	**0.0184**	0.3453	0.6452	0.9356	0.7193	0.2529	0.2384	0.2495	0.7316	0.7118	0.5733		0.3052	0.7707
e13 {13}	0.2893	**0.0284**	0.1018	0.3159	0.5644	0.9756	0.9275	0.8084	0.5464	0.6154	0.5354	0.3052		0.3396
e14 {14}	0.0754	0.1336	0.3932	0.7929	0.9489	0.6369	0.5428	0.4525	0.9356	0.9670	0.9429	0.7707	0.3396	

2. Le pH

Analyse de la Variance de pH. Effets significatifs marqués à p < .05000								
	SC	**dl**	**MC**	**SC**	**dl**	**MC**	**F**	**p**
ph	**5.289886**	**13**	**0.406914**	**0.065600**	**14**	**0.004686**	**86.84146**	**0.000000**

Test Newman-Keuls ; Variable pH
Différences significatives marquées à p < .05000

	{1}	{2}	{3}	{4}	{5}	{6}	{7}	{8}	{9}	{10}	{11}	{12}	{13}	{14}
e1 {1}		**0.0255**	0.2622	**0.0008**	**0.0002**	**0.0251**	**0.0187**	0.4064	**0.0006**	**0.0002**	**0.0002**	**0.0003**	0.4106	**0.0002**
e2 {2}	**0.0255**		0.1504	0.0833	**0.0002**	0.8861	1.0000	0.1380	0.0825	**0.0002**	**0.0002**	**0.0187**	0.1365	**0.0002**
e3 {3}	0.2622	0.1504		**0.0040**	**0.0002**	**0.1537**	0.1065	0.9003	**0.0031**	**0.0002**	**0.0002**	**0.0008**	0.8861	**0.0002**
e4 {4}	**0.0008**	0.0833	**0.0040**		**0.0014**	**0.0460**	0.1365	**0.0049**	0.7746	**0.0012**	**0.0002**	0.4106	**0.0040**	**0.0002**
e5 {5}	**0.0002**	**0.0002**	**0.0002**	**0.0014**		**0.0002**	**0.0002**	**0.0002**	**0.0015**	0.8861	**0.0002**	**0.0053**	**0.0002**	**0.0002**
e6 {6}	**0.0251**	0.8861	0.1537	**0.0460**	**0.0002**		0.9884	0.1736	0.0640	**0.0002**	**0.0002**	**0.0164**	0.1504	**0.0002**
e7 {7}	**0.0187**	1.0000	0.1065	0.1365	**0.0002**	0.9884		0.0602	0.1179	**0.0002**	**0.0002**	**0.0255**	0.0833	**0.0002**
e8 {8}	0.4064	0.1380	0.9003	**0.0049**	**0.0002**	0.1736	**0.0602**		**0.0040**	**0.0002**	**0.0002**	**0.0010**	0.7746	**0.0002**
e9 {9}	**0.0006**	**0.0825**	**0.0031**	0.7746	**0.0015**	**0.0640**	0.1179	**0.0040**		**0.0011**	**0.0002**	0.3240	**0.0031**	**0.0002**
e10 {10}	**0.0002**	**0.0002**	**0.0002**	**0.0012**	0.8861	**0.0002**	**0.0002**	**0.0002**	**0.0011**		**0.0002**	**0.0028**	**0.0002**	**0.0002**
e11 {11}	**0.0002**	**0.0002**	**0.0002**	**0.0002**	**0.0002**	**0.0002**	**0.0002**	**0.0002**	**0.0002**	**0.0002**		**0.0002**	**0.0002**	**0.0002**
e12 {12}	**0.0003**	**0.0187**	**0.0008**	0.4106	**0.0053**	**0.0164**	**0.0255**	**0.0010**	0.3240	**0.0028**	**0.0002**		**0.0008**	**0.0002**
e13 {13}	0.4106	0.1365	0.8861	**0.0040**	**0.0002**	0.1504	0.0833	0.7746	**0.0031**	**0.0002**	**0.0002**	**0.0008**		**0.0002**
e14 {14}	**0.0002**	**0.0002**	**0.0002**	**0.0002**	**0.0002**	**0.0002**	**0.0002**	**0.0002**	**0.0002**	**0.0002**	**0.0002**	**0.0002**	**0.0002**	

3. La conductibilité électrique

Analyse de la Variance CE Effets significatifs marqués à p < .05000								
	SC	**dl**	**MC**	**SC**	**dl**	**MC**	**F**	**p**
Ce	**64.92207**	**13**	**4.994005**	**0.110000**	**14**	**0.007857**	**635.6007**	**0.000000**

Test Newman-Keuls ; Variable CE
Différences significatives marquées à p < .05000

	{1}	{2}	{3}	{4}	{5}	{6}	{7}	{8}	{9}	{10}	{11}	{12}	{13}	{14}
e1 {1}		0.0002	0.0265	0.0002	0.0002	0.0002	0.0002	0.0002	0.0002	0.0002	0.0002	0.0002	0.0002	0.0002
e2 {2}	0.0002		0.0002	0.0010	0.0002	0.0050	0.0002	0.0046	0.0002	0.0002	0.0329	0.0012	0.0002	0.0002
e3 {3}	0.0265	0.0002		0.0002	0.0002	0.0002	0.0002	0.0002	0.0002	0.0002	0.0002	0.0002	0.0002	0.0002
e4 {4}	0.0002	0.0010	0.0002		0.0002	0.2351	0.0002	0.0002	0.0002	0.0002	0.0424	0.0002	0.0002	0.0002
e5 {5}	0.0002	0.0002	0.0002	0.0002		0.0002	0.9119	0.0109	0.0002	0.0007	0.0002	0.0642	0.0002	0.0002
e6 {6}	0.0002	0.0050	0.0002	0.2351	0.0002		0.0002	0.0002	0.0002	0.0002	0.1647	0.0002	0.0002	0.0002
e7 {7}	0.0002	0.0002	0.0002	0.0002	0.9119	0.0002		0.0076	0.0002	0.0014	0.0002	0.0329	0.0002	0.0002
e8 {8}	0.0002	0.0046	0.0002	0.0002	0.0109	0.0002	0.0076		0.0002	0.0002	0.0003	0.2351	0.0002	0.0002
e9 {9}	0.0002	0.0002	0.0002	0.0002	0.0002	0.0002	0.0002	0.0002		0.0046	0.0002	0.0002	0.0002	0.0002
e10 {10}	0.0002	0.0002	0.0002	0.0002	0.0007	0.0002	0.0014	0.0002	0.0046		0.0002	0.0002	0.0002	0.0002
e11 {11}	0.0002	0.0329	0.0002	0.0424	0.0002	0.1647	0.0002	0.0003	0.0002	0.0002		0.0002	0.0002	0.0002
e12 {12}	0.0002	0.0012	0.0002	0.0002	0.0642	0.0002	0.0329	0.2351	0.0002	0.0002	0.0002		0.0002	0.0002
e13 {13}	0.0002	0.0002	0.0002	0.0002	0.0002	0.0002	0.0002	0.0002	0.0002	0.0002	0.0002	0.0002		0.0002
e14 {14}	0.0002	0.0002	0.0002	0.0002	0.0002	0.0002	0.0002	0.0002	0.0002	0.0002	0.0002	0.0002	0.0002	

Analyse de la Variance (données importés et locaux.sta) Effets significatifs marqués à p < .05000								
	SC	**dl**	**MC**	**SC**	**dl**	**MC**	**F**	**p**
Var4	10.30886	1	10.30886	21.98703	12	1.832253	5.626329	0.035274

Test Newman-Keuls ; Variable CE Différences significatives marquées à p < .05000		
	{1}	**{2}**
e1 {1}		0.035420
e2 {2}	0.035420	

4. L'absorbance

Analyse de la Variance (miels importés et locaux) Effets significatifs marqués à p < .05000								
	SC	**dl**	**MC**	**SC**	**dl**	**MC**	**F**	**p**
absorbance	0.015794	1	0.015794	0.035217	12	0.002935	5.381718	0.038778

Test Newman-Keuls; Variable absorbance
Différences significatives marquées à p < .05000 entre les miels locaux et les miels importés

	{1}	**{2}**
e1 {1}		**0.038921**
e2 {2}	**0.038921**	

5. La teneur en eau

Analyse de la Variance de la teneur en eau. Effets significatifs marqués à p < .05000								
	SC	**dl**	**MC**	**SC**	**dl**	**MC**	**F**	**p**
T. eau	**82.27429**	**13**	**6.328791**	**0.333600**	**14**	**0.023829**	**265.5968**	**0.000000**

Test Newman-Keuls ; Variable t en eau
Différences significatives marquées à p < .05000

	{1}	{2}	{3}	{4}	{5}	{6}	{7}	{8}	{9}	{10}	{11}	{12}	{13}	{14}
e1 {1}		**0.0002**	**0.0002**	**0.0002**	**0.0002**	**0.0002**	**0.0002**	**0.0002**	**0.0002**	**0.0002**	**0.0002**	**0.0002**	**0.0002**	**0.0002**
e2 {2}	**0.0002**		**0.0002**	0.0725	**0.0002**	**0.0002**	**0.0002**	**0.0002**	**0.0002**	0.0725	0.0526	**0.0155**	**0.0025**	**0.0002**
e3 {3}	**0.0002**	**0.0002**		**0.0002**	0.2162	**0.0002**	**0.0002**	**0.0002**	0.0526	**0.0002**	**0.0002**	**0.0002**	**0.0002**	**0.0002**
e4 {4}	**0.0002**	0.0725	**0.0002**		**0.0002**	**0.0009**	**0.0002**	**0.0002**	**0.0002**	**0.0045**	**0.0025**	0.2162	**0.0526**	**0.0005**
e5 {5}	**0.0002**	**0.0002**	0.2162	**0.0002**		**0.0002**	**0.0002**	**0.0003**	0.2162	**0.0002**	**0.0002**	**0.0002**	**0.0002**	**0.0002**
e6 {6}	**0.0002**	**0.0002**	**0.0002**	**0.0009**	**0.0002**		**0.0002**	**0.0002**	**0.0002**	**0.0002**	**0.0002**	**0.0045**	0.0215	0.5277
e7 {7}	**0.0002**	**0.0002**	**0.0002**	**0.0002**	**0.0002**	**0.0002**		**0.0003**	**0.0002**	**0.0002**	**0.0002**	**0.0002**	**0.0002**	**0.0002**
e8 {8}	**0.0002**	**0.0002**	**0.0002**	**0.0002**	**0.0003**	**0.0002**	**0.0003**		**0.0006**	**0.0002**	**0.0002**	**0.0002**	**0.0002**	**0.0002**
e9 {9}	**0.0002**	**0.0002**	0.0526	**0.0002**	0.2162	**0.0002**	**0.0002**	**0.0006**		**0.0002**	**0.0002**	**0.0002**	**0.0002**	**0.0002**
e10 {10}	**0.0002**	0.0725	**0.0002**	**0.0045**	**0.0002**	**0.0002**	**0.0002**	**0.0002**	**0.0002**		0.5277	**0.0009**	**0.0003**	**0.0002**
e11 {11}	**0.0002**	0.0526	**0.0002**	**0.0025**	**0.0002**	**0.0002**	**0.0002**	**0.0002**	**0.0002**	0.5277		**0.0005**	**0.0002**	**0.0002**
e12 {12}	**0.0002**	**0.0155**	**0.0002**	0.2162	**0.0002**	**0.0045**	**0.0002**	**0.0002**	**0.0002**	**0.0009**	**0.0005**		0.2162	**0.0025**
e13 {13}	**0.0002**	**0.0025**	**0.0002**	0.0526	**0.0002**	**0.0215**	**0.0002**	**0.0002**	**0.0002**	**0.0003**	**0.0002**	0.2162		**0.0155**
e14 {14}	**0.0002**	**0.0002**	**0.0002**	**0.0005**	**0.0002**	0.5277	**0.0002**	**0.0002**	**0.0002**	**0.0002**	**0.0002**	**0.0025**	**0.0155**	

6. La teneur en protéines

Analyse de la Variance protéines. Effets significatifs marqués à p < .00100								
	SC	**dl**	**MC**	**SC**	**dl**	**MC**	**F**	**p**
prot	**196.3906**	**13**	**15.10697**	**0.015105**	**14**	**0.001079**	**14002.08**	**0.000000**

Test Newman-Keuls ; Variable protéines
Différences significatives marquées à p < .05000

	{1}	{2}	{3}	{4}	{5}	{6}	{7}	{8}	{9}	{10}	{11}	{12}	{13}	{14}
e1 {1}		**0.0002**	**0.0002**	**0.0002**	**0.0002**	**0.0002**	**0.0002**	**0.0002**	**0.0002**	**0.0002**	**0.0002**	**0.0002**	**0.0002**	**0.0002**
e2 {2}	**0.0002**		**0.0002**	**0.0002**	**0.0002**	**0.0002**	**0.0002**	**0.0002**	**0.0002**	**0.0002**	**0.0002**	**0.0002**	**0.0002**	**0.0002**
e3 {3}	**0.0002**	**0.0002**		**0.0002**	**0.0002**	**0.0002**	**0.0002**	**0.0002**	**0.0002**	**0.0002**	**0.0002**	**0.0002**	**0.0002**	**0.0002**
e4 {4}	**0.0002**	**0.0002**	**0.0002**		**0.0002**	**0.0002**	**0.0002**	**0.0002**	**0.0002**	**0.0002**	**0.0002**	**0.0002**	**0.0002**	**0.0002**
e5 {5}	**0.0002**	**0.0002**	**0.0002**	**0.0002**		**0.0002**	**0.0002**	**0.0002**	**0.0002**	**0.0002**	**0.0002**	**0.0002**	**0.0002**	**0.0002**
e6 {6}	**0.0002**	**0.0002**	**0.0002**	**0.0002**	**0.0002**		**0.0161**	**0.0002**	**0.0002**	**0.0002**	**0.0002**	**0.0002**	**0.0002**	**0.0002**
e7 {7}	**0.0002**	**0.0002**	**0.0002**	**0.0002**	**0.0002**	**0.0161**		**0.0002**	**0.0002**	**0.0002**	**0.0002**	**0.0002**	**0.0002**	**0.0002**
e8 {8}	**0.0002**	**0.0002**	**0.0002**	**0.0002**	**0.0002**	**0.0002**	**0.0002**		**0.0002**	**0.0002**	**0.0002**	**0.0002**	**0.0002**	**0.0002**
e9 {9}	**0.0002**	**0.0002**	**0.0002**	**0.0002**	**0.0002**	**0.0002**	**0.0002**	**0.0002**		**0.0002**	**0.0002**	**0.0002**	**0.0002**	**0.0002**
e10 {10}	**0.0002**	**0.0002**	**0.0002**	**0.0002**	**0.0002**	**0.0002**	**0.0002**	**0.0002**	**0.0002**		**0.0002**	**0.0002**	**0.0002**	**0.0068**
e11 {11}	**0.0002**	**0.0002**	**0.0002**	**0.0002**	**0.0002**	**0.0002**	**0.0002**	**0.0002**	**0.0002**	**0.0002**		**0.0002**	**0.0002**	**0.0002**
e12 {12}	**0.0002**	**0.0002**	**0.0002**	**0.0002**	**0.0002**	**0.0002**	**0.0002**	**0.0002**	**0.0002**	**0.0002**	**0.0002**		**0.0002**	**0.0002**
e13 {13}	**0.0002**	**0.0002**	**0.0002**	**0.0002**	**0.0002**	**0.0002**	**0.0002**	**0.0002**	**0.0002**	**0.0002**	**0.0002**	**0.0002**		**0.0002**
e14 {14}	**0.0002**	**0.0002**	**0.0002**	**0.0002**	**0.0002**	**0.0002**	**0.0002**	**0.0002**	**0.0002**	**0.0068**	**0.0002**	**0.0002**	**0.0002**	

7. L'acidité

Analyse de la Variance de l'acidité. Effets significatifs marqués à p < .05000								
	SC	**dl**	**MC**	**SC**	**dl**	**MC**	**F**	**p**
Acidité	**877.0000**	**13**	**67.46154**	**11.84000**	**14**	**0.845714**	**79.76871**	**0.000000**

Test Newman-Keuls ; Variable Acidité
Différences significatives marquées à p < .05000

	{1}	{2}	{3}	{4}	{5}	{6}	{7}	{8}	{9}	{10}	{11}	{12}	{13}	{14}
e1 {1}		**0.0002**	**0.0019**	**0.0002**	**0.0002**	**0.0002**	**0.0019**	**0.0168**	1.0000	**0.0002**	**0.0002**	**0.0002**	**0.0002**	**0.0002**
e2 {2}	**0.0002**		**0.0002**	1.0000	1.0000	0.1641	**0.0004**	**0.0002**	**0.0002**	1.0000	0.3074	**0.0008**	**0.0002**	0.8101
e3 {3}	**0.0019**	**0.0002**		**0.0002**	**0.0002**	**0.0002**	**0.0002**	**0.0002**	**0.0008**	**0.0002**	**0.0002**	**0.0002**	**0.0002**	**0.0002**
e4 {4}	**0.0002**	1.0000	**0.0002**		1.0000	0.1327	**0.0004**	**0.0002**	**0.0002**	1.0000	0.2447	**0.0019**	**0.0002**	0.7027
e5 {5}	**0.0002**	1.0000	**0.0002**	1.0000		0.1012	**0.0003**	**0.0002**	**0.0002**	1.0000	0.1782	**0.0034**	**0.0002**	0.5371
e6 {6}	**0.0002**	0.1641	**0.0002**	0.1327	0.1012		**0.0021**	**0.0004**	**0.0002**	0.0704	0.5953	**0.0003**	**0.0002**	0.2658
e7 {7}	**0.0019**	**0.0004**	**0.0002**	**0.0004**	**0.0003**	**0.0021**		0.1253	**0.0034**	**0.0002**	**0.0019**	**0.0002**	**0.0002**	**0.0006**
e8 {8}	**0.0168**	**0.0002**	**0.0002**	**0.0002**	**0.0002**	**0.0004**	0.1253		**0.0415**	**0.0002**	**0.0004**	**0.0002**	**0.0002**	**0.0002**
e9 {9}	1.0000	**0.0002**	**0.0008**	**0.0002**	**0.0002**	**0.0002**	**0.0034**	**0.0415**		**0.0002**	**0.0002**	**0.0002**	**0.0002**	**0.0002**
e10 {10}	**0.0002**	1.0000	**0.0002**	1.0000	1.0000	**0.0704**	**0.0002**	**0.0002**	**0.0002**		0.1107	**0.0052**	**0.0002**	0.2954
e11 {11}	**0.0002**	0.3074	**0.0002**	0.2447	0.1782	0.5953	**0.0019**	**0.0004**	**0.0002**	0.1107		**0.0004**	**0.0002**	0.2954
e12 {12}	**0.0002**	**0.0008**	**0.0002**	**0.0019**	**0.0034**	**0.0003**	**0.0002**	**0.0002**	**0.0002**	**0.0052**	**0.0004**		**0.0058**	**0.0011**
e13 {13}	**0.0002**	**0.0002**	**0.0002**	**0.0002**	**0.0002**	**0.0002**	**0.0002**	**0.0002**	**0.0002**	**0.0002**	**0.0002**	**0.0058**		**0.0002**
e14 {14}	**0.0002**	0.8101	**0.0002**	0.7027	0.5371	**0.2658**	**0.0006**	**0.0002**	**0.0002**	0.2954	0.2954	**0.0011**	**0.0002**	

8. L'HMF

Analyse de la Variance HMF. Effets significatifs marqués à p < .05000								
	SC	**dl**	**MC**	**SC**	**dl**	**MC**	**F**	**p**
HMF	**22728.00**	**13**	**1748.308**	**3.283600**	**14**	**0.234543**	**7454.108**	**0.000000**

Test Newman-Keuls; Variable HMF
Différences significatives marquées à p < .05000

	{1}	{2}	{3}	{4}	{5}	{6}	{7}	{8}	{9}	{10}	{11}	{12}	{13}	{14}
e1 {1}		0.0647	**0.0352**	**0.0053**	**0.0002**	**0.0008**	**0.0302**	**0.0084**	**0.0203**	0.1439	**0.0002**	**0.0002**	**0.0002**	**0.0002**
e2 {2}	0.0647		0.5457	0.1875	**0.0002**	**0.0002**	**0.0008**	**0.0005**	**0.0007**	0.3687	**0.0002**	**0.0002**	**0.0002**	**0.0002**
e3 {3}	**0.0352**	0.5457		0.2359	**0.0002**	**0.0002**	**0.0005**	**0.0003**	**0.0004**	0.2995	**0.0002**	**0.0002**	**0.0002**	**0.0002**
e4 {4}	**0.0053**	0.1875	0.2359		**0.0002**	**0.0002**	**0.0002**	**0.0002**	**0.0002**	0.0622	**0.0002**	**0.0002**	**0.0002**	**0.0002**
e5 {5}	**0.0002**	**0.0002**	**0.0002**	**0.0002**		**0.0002**	**0.0002**	**0.0002**	**0.0002**	**0.0002**	**0.0002**	**0.0002**	**0.0002**	**0.0002**
e6 {6}	**0.0008**	**0.0002**	**0.0002**	**0.0002**	**0.0002**		**0.0396**	**0.1282**	0.0809	**0.0002**	**0.0002**	**0.0002**	**0.0002**	**0.0002**
e7 {7}	**0.0302**	**0.0008**	**0.0005**	**0.0002**	**0.0002**	**0.0396**		**0.9942**	0.9355	**0.0026**	**0.0002**	**0.0002**	**0.0002**	**0.0002**
e8 {8}	**0.0084**	**0.0005**	**0.0003**	**0.0002**	**0.0002**	0.1282	0.9942		0.9839	**0.0012**	**0.0002**	**0.0002**	**0.0002**	**0.0002**
e9 {9}	**0.0203**	**0.0007**	**0.0004**	**0.0002**	**0.0002**	0.0809	0.9355	0.9839		**0.0020**	**0.0002**	**0.0002**	**0.0002**	**0.0002**
e10 {10}	**0.1439**	0.3687	0.2995	0.0622	**0.0002**	**0.0002**	**0.0026**	**0.0012**	**0.0020**		**0.0002**	**0.0002**	**0.0002**	**0.0002**
e11 {11}	**0.0002**	**0.0002**	**0.0002**	**0.0002**	**0.0002**	**0.0002**	**0.0002**	**0.0002**	**0.0002**	**0.0002**		**0.0002**	**0.0002**	**0.0002**
e12 {12}	**0.0002**	**0.0002**	**0.0002**	**0.0002**	**0.0002**	**0.0002**	**0.0002**	**0.0002**	**0.0002**	**0.0002**	**0.0002**		**0.0002**	**0.0002**
e13 {13}	**0.0002**	**0.0002**	**0.0002**	**0.0002**	**0.0002**	**0.0002**	**0.0002**	**0.0002**	**0.0002**	**0.0002**	**0.0002**	**0.0002**		**0.0002**
e14 {14}	**0.0002**	**0.0002**	**0.0002**	**0.0002**	**0.0002**	**0.0002**	**0.0002**	**0.0002**	**0.0002**	**0.0002**	**0.0002**	**0.0002**	**0.0002**	

Analyse de la Variance (données importés et locaux.sta) Effets significatifs marqués à p < .05000								
	SC	**dl**	**MC**	**SC**	**dl**	**MC**	**F**	**p**
Var8	6916.677	1	6916.677	4447.325	12	370.6104	18.66293	0.000996

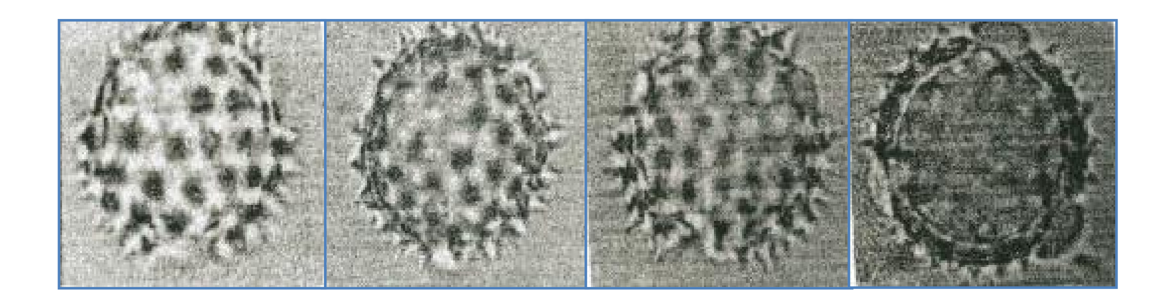
Test Newman-Keuls ; Variable HMF. Différences significativesmarquées à p < .05000		
	{1}	**{2}**
e1 {1}		0.001132
e2 {2}	0.001132	

Annexe 2 : Quelques photos de pollen de référence :

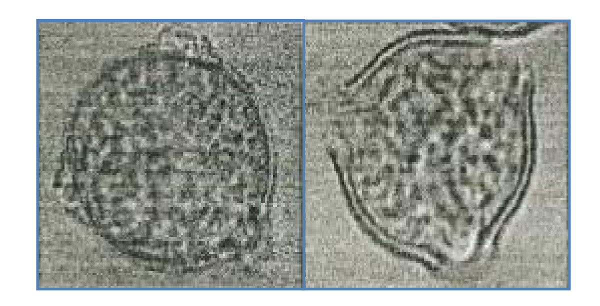
Type Vicia sp



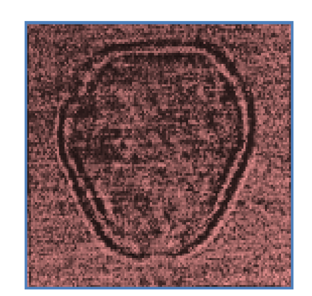
Asteracées, type aster.



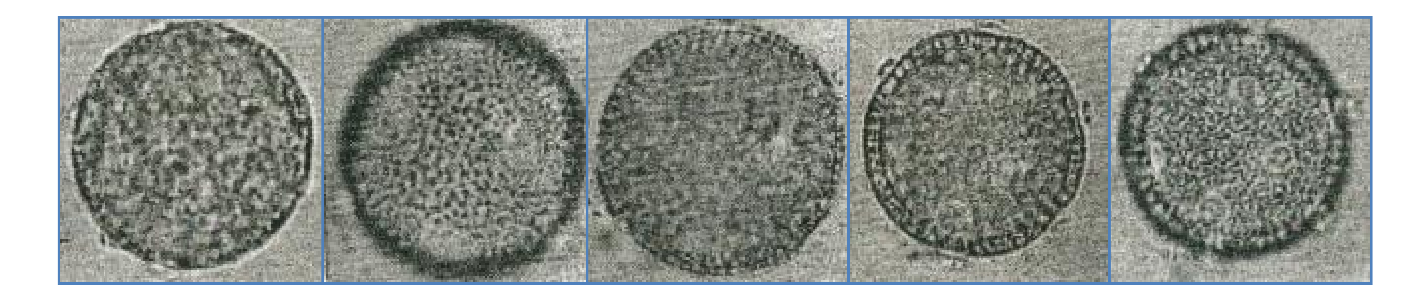
Fagacées



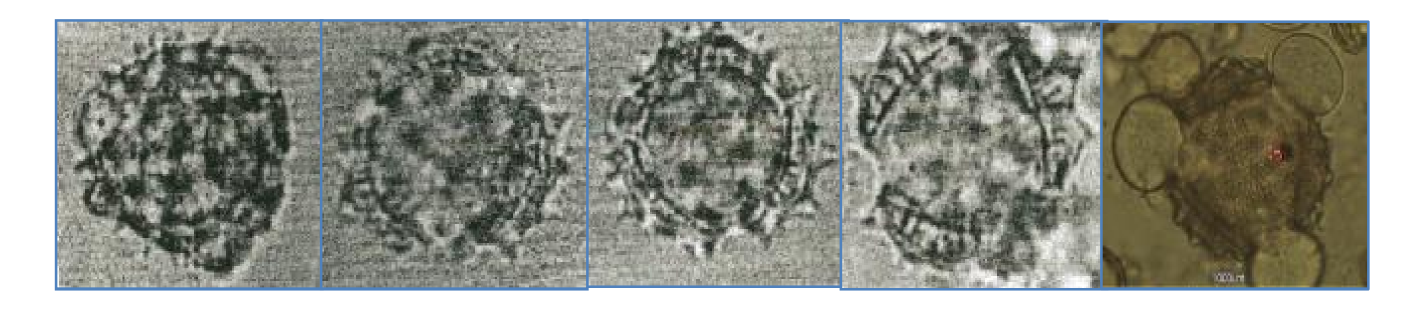
Vitacées



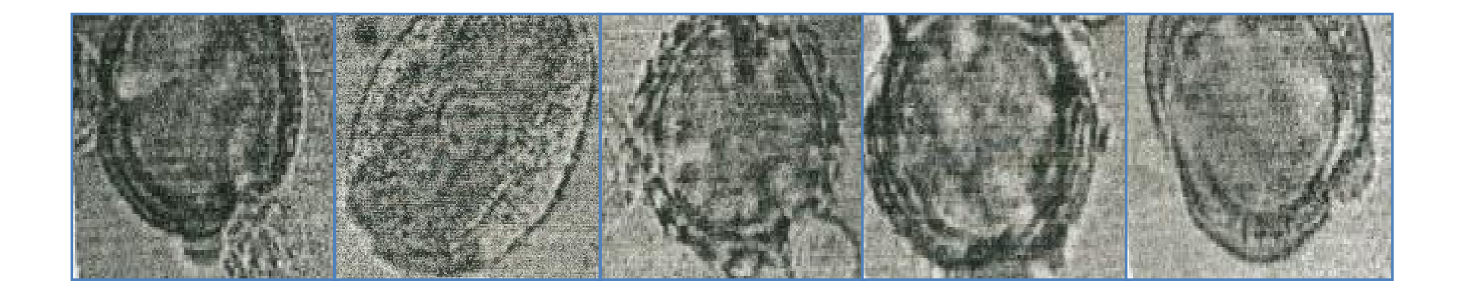
Caryophylacées



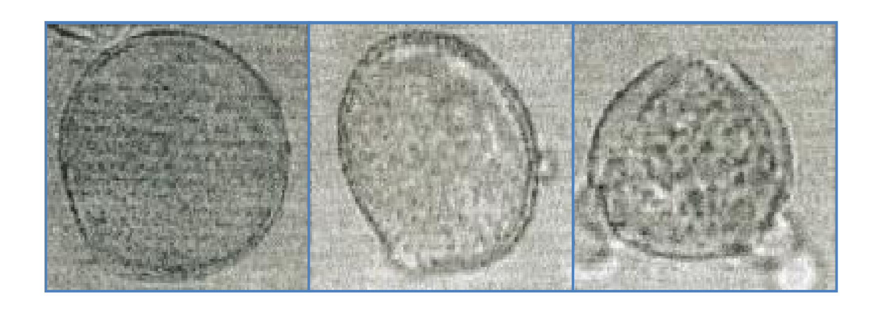
Achillea sp



Centauria sp



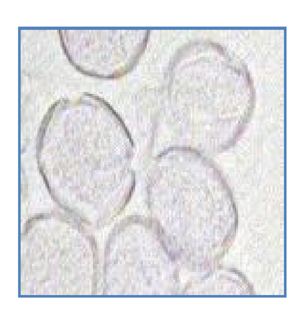
Trifolium sp



Malava sylvestis



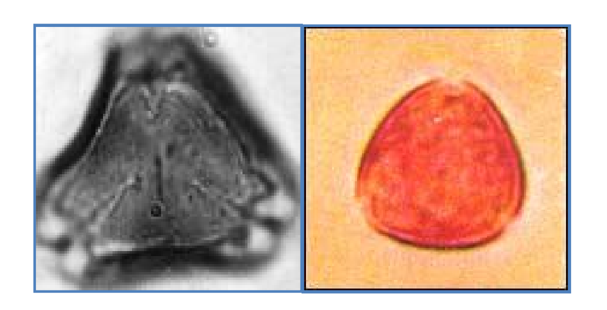
Peganum harmala



Salvia vebenaca



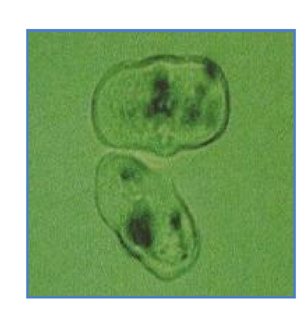
Zuzuphis sp

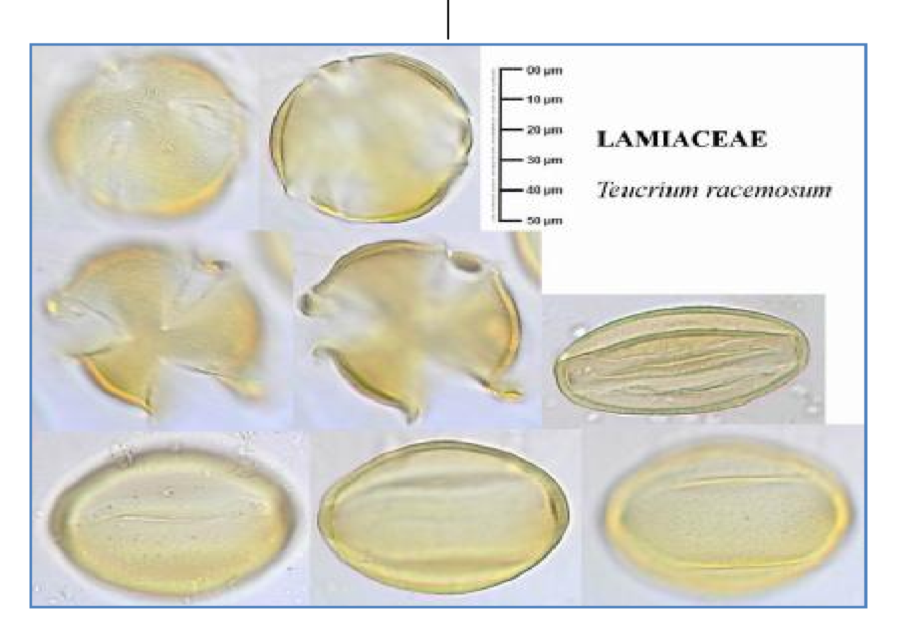


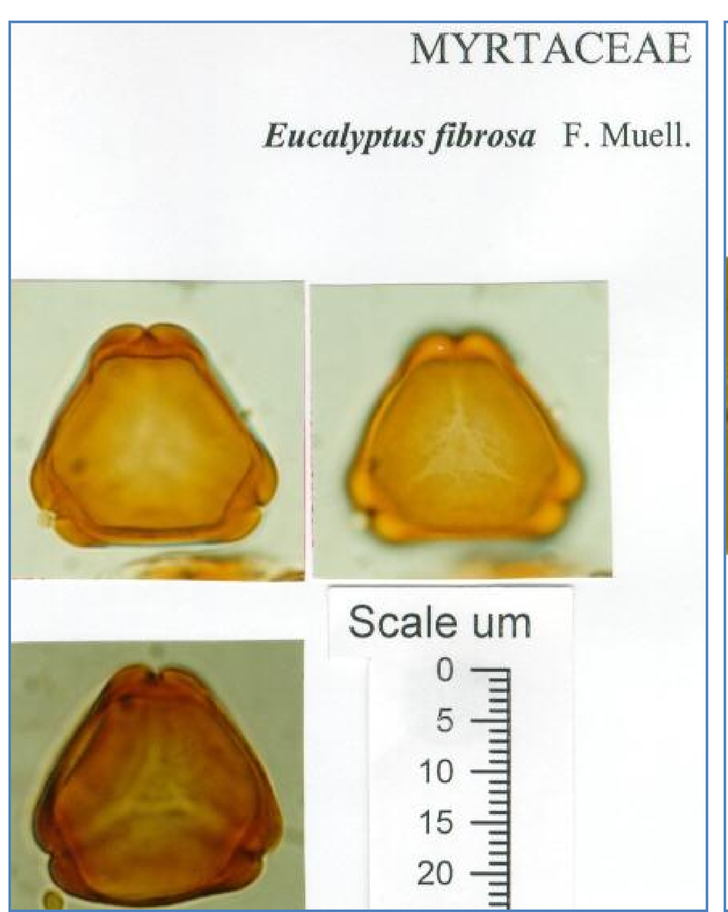
Helianthus annuus

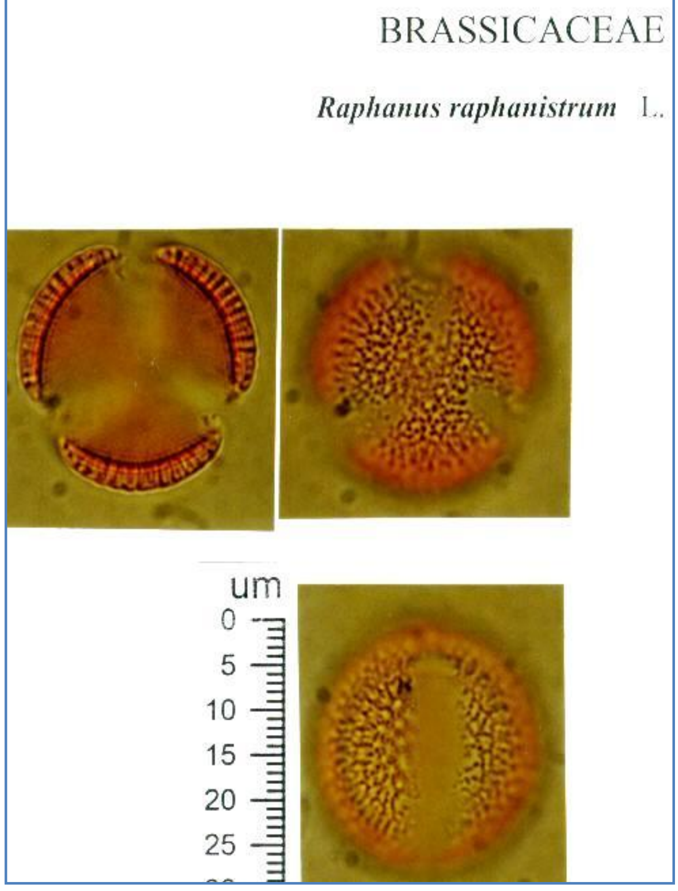


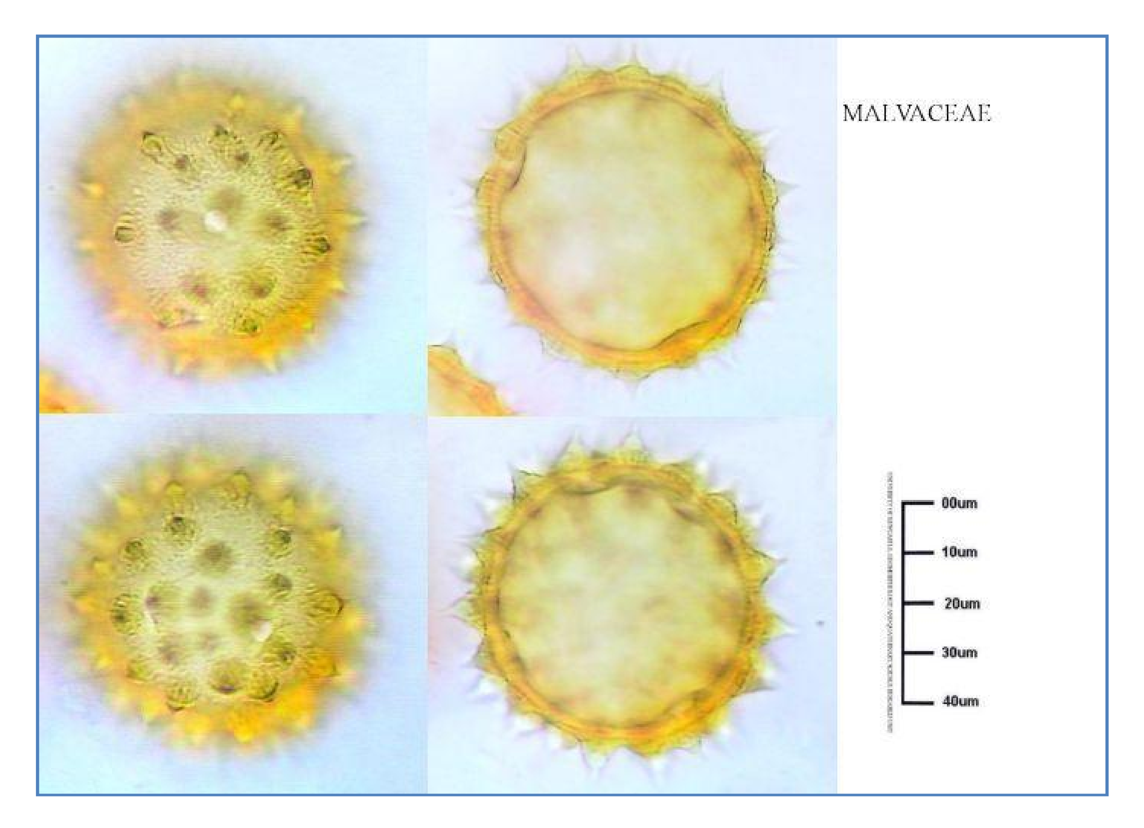
Tapsia garganica






MYRTACEAE
Eucalyptus fibrosa F. Muell.
Scale um
0
5
10
15
20


BRASSICACEAE
Raphanus raphanistrum L.
um
0
5
10
15
20
25


MALVACEAE
00um
10um
20um
30um
40um

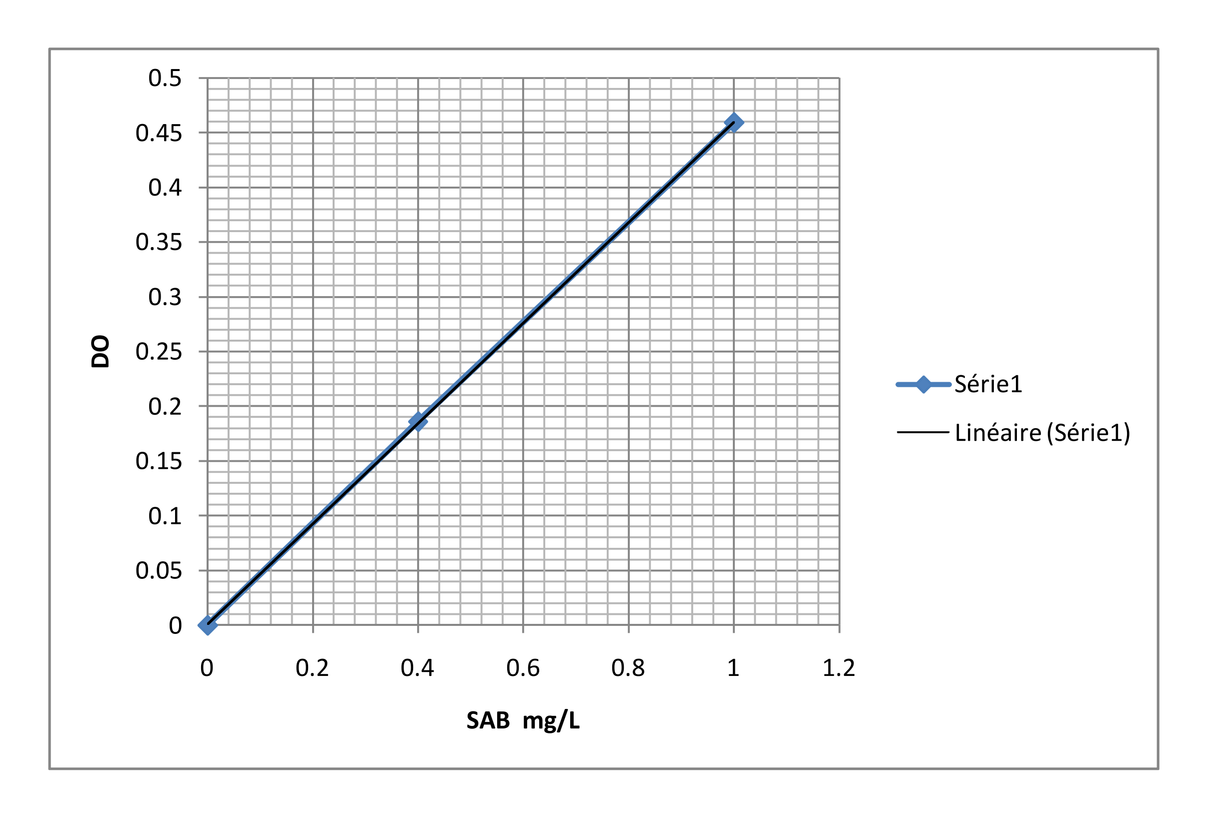
Annexe 3 : Méthode de BIURET de dosage des protéines.

Cette méthode permet d'obtenir un dosage rapide des protéines. Contrairement à la méthode de KJELDAHL (qui reste une méthode de référence légale), les protéines sont dosées sans minéralisation. La technique est donc plus facile à mettre en place et aussi moins onéreuse.

Réalisation de la gamme d'étalonnage

A partir d'une solution étalon de SAB à 1,0 g/L, on réalise une gamme de 5 tubes contenant de 0.1 à 1.0 mg de SAB par tube.
On réalise la gamme d'étalonnage selon le tableau suivant :

tube N°	0	1	2	3	4	5
Eau physiologique (mL)	1	0.8	0.6	0.4	0.2	0
Réactif de Gornall (mL)	4	4	4	4	4	4
SAB (mg)	0	0.2	0.4	0.6	0.8	1.0
DO	0	0.102	0.186	0.257	0.376	0.459



La gamme d'étalonnage

Contactez nous à :

agromessaad@gmail.com

nounou19863@gmail.com

With The Zbegri

www.etudiantdz.com

